Die Betriebskraft als Kostenelement der industriellen Unternehmung.

Von der Königl. Technischen Hochschule zu München

zur

Erlangung der Würde eines Doktors der Technischen Wissenschaften

genehmigte

DISSERTATION

vorgelegt von

Dipl.-Ing. Anton Welponer.

Referent: Professor Dr. F. von Gottl-Ottlilienfeld.
Korreferent: Professor P. von Lossow.

Druck von R. Oldenbourg in München.
1912.

Die Betriebskraft als Kostenelement der industriellen Unternehmung.

Von der Königl. Technischen Hochschule zu München

zur

Erlangung der Würde eines Doktors der Technischen Wissenschaften

genehmigte

DISSERTATION

vorgelegt von

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

Dipl.-Ing. Anton Welponer.

Referent: Professor Dr. F. von Gottl-Ottlilienfeld.
Korreferent: Professor P. von Lossow.

Druck von R. Oldenbourg in München.
1912.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546317_0026

Vorwort.

Vorliegende Studie verdankt ihre Entstehung einer Anregung des Herrn Prof. Dr. v. Gottl-Ottlilienfeld. Es war ursprünglich meine Absicht, den Einfluß, den die Kraftkosten auf den gesamten Produktionsprozeß ausüben, für jede Industrie zahlenmäßig zu ermitteln, um auf Grund der sich hieraus ergebenden Resultate eine einwandfreie Gruppierung der einzelnen Industrien nach ihrer Abhängigkeit von der billigen Kraftbeschaffung geben zu können.

Leider mußte sich mit dem Fortschreiten der Arbeit dieses ursprünglich angestrebte Ziel verschieben, da es sich herausstellte, daß ein zahlenmäßiges Erfassen der benötigten Kraftkosten weder durch Auswertung der Statistik, noch durch private Umfragen möglich war. So mußte sich die Arbeit darauf beschränken, den ganzen Zusammenhang aufzurollen, innerhalb dessen die Bedeutung der billigen Kraft für die Industrie in abstracto erfaßlich ist. Etwas prinzipiell Neues kann sie allerdings damit nicht bieten, jedoch der Versuch einer Klärung dieser Verhältnisse mag immerhin berechtigt sein.

An dieser Stelle möchte ich Herrn Prof. Dr. v. Gottl-Ottlilienfeld für seine Mühewaltung und für die wertvollen Ratschläge und Anregungen, die er mir stets zuteil werden ließ, meinen besten Dank aussprechen.

Inhalts-Verzeichnis.

§ 1. Einführung 7
§ 2. Begriff des Kraftbedarfes 13
§ 3. Das Interesse an billiger Kraft 15
§ 4. Hilfsbegriffe 19
§ 5. Die Kurven konstanter Mechanisierungsquotienten 22
§ 6. Allgemeine Betrachtungen 26
§ 7. Die Gesetzmäßigkeiten im Verlaufe der Kurven 30
§ 8. Die kritische Kurve 33
§ 9. Das Interesse an billiger Arbeit und das Interesse an billigem Rohmaterial 40
§ 10. Die Wechselwirkung zwischen den verschiedenen Interessen 43
§ 11. Historischer Überblick 47
§ 12. Vergleich des Interesses an billiger Kraft einzelner industrieller Unternehmungen 55
§ 13. Vergleich ganzer Industriezweige nach ihrem Interesse an billiger Kraft 57
§ 14. Anhang 61

§ 1. Einführung.

Die motorische Kraft ist der Lebensnerv unserer modernen Industrie; ohne sie keine Arbeitsmaschinen, keine Massenproduktion, ohne sie wohl auch kein Großkapital, keine Arbeiterfrage. Die motorische Kraft ist der Industrie ein imperatives Bedürfnis, etwas zum Leben Notwendiges geworden, da sie Erfolge zeitigt, welche durch Menschenhand nie und nimmer zu erreichen wären.

Wie bedeutend der Kraftbedarf der Industrie ist, wie rapid er innerhalb kurzer Zeitspannen gewachsen ist, erhellt leicht, wenn man die Ergebnisse der Statistik ins Auge faßt. Im Jahre 1878 verwertete die deutsche Industrie 1 750 000 PS, 1895 bereits 3 427 325, 1907 sogar 8 826 616 PS. Dies ergibt in den Jahren 1895 bis 1907 eine Zunahme der motorischen Kräfte um ca. 167,5%. Diese enorme Steigerung, deren Gründe in den wachsenden Fortschritten, der Technik einerseits und auf rein wirtschaftlichem Gebiete anderseits, zu suchen sind — worauf wir im Laufe unserer Untersuchungen außerdem noch oft zu sprechen kommen werden —, zusammengehalten mit den allenthalben auftretenden Gerüchten und Befürchtungen über die in absehbarer Zeit drohende Erschöpfung der Kohlenlager, dies stellt die Kraftfrage bei einer Betrachtung der Industrie geradezu in den Vordergrund.

Jedoch, man darf nicht außer acht lassen, daß neben der Kraft noch andere Faktoren vorhanden sind und immer nur alle zusammen die Industrie erst lebensfähig machen; Faktoren, die, wie die menschliche Arbeit und der Verkehr, zwar durch die Einführung der motorischen Kraft und der auf sie begründeten technischen Fortschritte scheinbar an Bedeutung eingebüßt haben, in Wirklichkeit jedoch von größerer Wichtigkeit sind, als gemeiniglich angenommen wird[1]).

---

[1]) In Bayern wird jetzt die Ausführung zweier großer Gruppen von Projekten betrieben, die rationelle Ausnutzung der bayerischen Wasserkräfte und der Ausbau der Wasserstraßen. Die Ansichten, in welcher Richtung für die Industrie mehr Vor-

Zu einer richtigen Beurteilung der Bedeutung dieser Faktoren kann man nicht gleich durch eine Betrachtung der Industrie selber gelangen, da sich naturgemäß bei den verschiedenen Einzelindustrien die Verhältnisse auch ganz verschieden gestalten werden. Vielmehr scheint es hier zur richtigen Beurteilung der gegebenen Verhältnisse angezeigt, bei der Untersuchung von der industriellen Unternehmung in abstracto auszugehen. Nur auf diese Weise wird es möglich sein, die industrielle Kraftfrage auf eine weiterhin für die ganze Industrie richtige Basis zu stellen, da sich letztere ja aus einer Summe von Unternehmungen zusammensetzt. Nur dadurch können die richtigen Prämissen zu allgemeinen Schlüssen gefunden werden, welche dann auch für die Industrie überhaupt Gültigkeit haben.

Wie stellt sich nun das einzelne industrielle Unternehmen zu dieser Frage? Es handelt sich allemal um die Lösung der Aufgabe, aus der preismäßigen Differenz zwischen Produktionskosten und Verkaufspreis einen möglichst großen Gewinn zu ziehen. Da man nun den Verkaufspreis als durch die Konkurrenz und den Weltmarkt mehr oder weniger festgesetzt annehmen darf, so hängt die Größe des Wirtschaftserfolges hauptsächlich von der Herabminderung der Produktionskosten ab.

Wie ist es nun einem Unternehmen möglich, seine Produktionskosten herabzudrücken?

Dies hängt zunächst ab von der Beschaffenheit der Produktionskosten. Man kann unter denselben unterscheiden:

1. Solche, die mit der allgemeinen Wirtschaftslage zusammenhängen, wie: die Kosten der menschlichen Arbeit, Steuern, Preise der Rohmaterialien, Bodenpreise, Zinsfuß usw.
2. Solche, die mit der Betriebsorganisation des Unternehmens zusammenhängen, wie: Kraftkosten, Heizung, Amortisationskosten des in den Betriebseinrichtungen investierten Kapitals usw.

---

teile winken, sind sehr verschieden. So sagt der Geh. Oberbaurat Dr. v. Rippel anläßlich einer Gegenüberstellung der beiden Projekte in der Hauptversammlung des Vereines zur Hebung der Fluß- und Kanalschiffahrt in Bayern am 11. Juni 1911: »Wenn die Wasserkraftfrage so stark gegen die Wasserstraßenfrage in den Vordergrund gedrängt wurde, so ist dies nur dadurch erklärlich, daß sich die Massen durch leicht faßbare Schlagworte im wirtschaftlichen Leben ebenso beeinflussen lassen wie in der Mode.« In einer auf diese Rede gefolgten Erwiderung behauptete dagegen der Geh. Kommerzienrat Dr. v. Petri: »Die Massen haben sich nicht durch Schlagworte irreführen lassen, sondern die Menge der Bevölkerung hat das richtige Empfinden gehabt, daß diese Frage (die Kraftfrage) außerordentlich wichtig für das Land ist.«

Dementsprechend kann man auch verschiedene Abhängigkeiten des Wirtschaftserfolges unterscheiden, und zwar:

1. Äußere, welche für die, mit der allgemeinen Wirtschaftslage zusammenhängenden Produktionskosten in Geltung stehen, und
2. innere, in Bezug auf diejenigen Produktionskosten, welche mit der Betriebsorganisation an sich zusammenhängen.

In beiden Fällen kann man natürlich wieder günstige und ungünstige Abhängigkeiten unterscheiden.

Das Streben des Unternehmens wird es nun sein, ungünstige Abhängigkeiten gegen günstige zu vertauschen. Die Herabminderung der Produktionskosten wird sich also durch dauernde Permutation der genannten Abhängigkeiten kundtun.

Diese Permutation ist durchführbar:

1. im Rahmen der Standortswahl,
2. im Wege der Betriebsorganisation.

Durch die Standortswahl wird es dem Unternehmen ermöglicht, sich die günstigsten äußeren Abhängigkeiten zu sichern, sei es durch Zuzug an Plätze billiger Arbeit, billigen Rohmaterials, billiger Bodenrente usw.

Dieser Fall wird immer dann eintreten, wenn sich ein industrielles Unternehmen neu gründet oder seinen Standort wechseln muß. Trotzdem diese Art der Beeinflussung der Produktionskosten wohl die wirksamste ist, so bietet sie doch weniger zur Beurteilung der industriellen Kraftfrage überhaupt, und wir wollen vorläufig von ihr absehen. Sie ist außerdem von Alfred Weber schon ausführlich behandelt worden[1]).

Uns interessiert vielmehr der zweite Fall, die Permutation der Abhängigkeiten des Wirtschaftserfolges durch Änderung der Betriebsorganisation; der Fall, der in der Praxis der häufigere ist, da ein einmal festgesetztes Unternehmen nicht leicht mehr eine Standortsänderung vornehmen wird. In diesem Falle also können die lokal ungünstigen Abhängigkeiten des Wirtschaftserfolges, seien es nun äußere oder innere, nicht mehr durch Ortswahl in günstige verwandelt werden.

Hier können vielmehr nur folgende Permutationen in Frage kommen:

1. Permutation von äußeren ungünstigen in äußere günstige Abhängigkeiten. Dies kann entweder von seiten des Unternehmens

[1]) »Über den Standort der Industrien« v. Alfred Weber, 1. Bd. Tübingen 1909, eine Schrift, deren Methode und Darstellungsweise mir für die vorliegende Untersuchung in vieler Hinsicht vorbildlich war.

geschehen durch kluge Geschäftsführung, also z. B. durch günstige Kontrakte, Ausschaltung der Konkurrenz, günstige Ausnutzung der Konjunktur, durch Bildung von Kartellen, Trusts usw. —, oder durch eine Besserung der äußeren Wirtschaftslage an sich, also z. B. durch Herabsetzung der Steuern, Verbesserung der Konjunktur, Verbilligung der Transportkosten usw.

2. Permutation von äußeren ungünstigen in innere günstige Abhängigkeiten, der Fall, der das natürliche Bestreben des Unternehmens in sich schließt, die ungünstigen und nicht in der Hand des Unternehmens stehenden Abhängigkeiten in solche zu verwandeln, welche seinem Einflusse zugänglich sind.

   Also z. B. Ausschaltung menschlicher Arbeit durch Maschinenarbeit, oder intensive Raumersparnis in der Betriebsanlage und damit Vermeidung der hohen Bodenrente, usw.

3. Endlich Permutation von inneren ungünstigen in innere günstige Abhängigkeiten. Dies wird erreicht z. B. durch Anwendung intensiver Abfallverwertung und damit Materialersparnis, oder durch Einführung besserer Arbeitsmaschinen, besserer Kraftmaschinen, Anwendung von Massenproduktion, überhaupt durch Befolgung sämtlicher Prinzipien der technischen Arbeit in den Betriebswerkstätten[1]).

Ziehen wir das Resumé aus dieser systematischen Zusammenstellung der möglichen Permutationen der Abhängigkeiten vom Wirtschaftserfolg, welche zu einer Minderung der Produktionskosten führen, so ergibt sich, daß die Verwandlung von äußeren ungünstigen in äußere günstige (Fall 1) wohl durch geschickte kaufmännische Leitung zu erreichen ist. In der Mehrzahl der Fälle wird sich aber die äußere Wirtschaftslage kaum merklich beeinflussen lassen. Das Unternehmen wird vielmehr gezwungen sein, mit der äußeren Wirtschaftslage als mit etwas Gegebenem zu rechnen.

Praktisch viel bedeutsamer erscheinen die beiden anderen Permutationen (Fall 2 und 3). Sie werden dem Unternehmen nur ermöglicht durch die Fortschritte der T e c h n i k. Sie allein gibt das Mittel an die Hand, den Produktionsprozeß an sich wirtschaftlicher zu gestalten. Das Losungswort heißt: Bessere, billigere, rationellere und immer mehr Maschinen.

---

[1]) Vgl. v. Gottl-Ottlilienfeld: »Der wirtschaftliche Charakter der techn. Arbeit«. Berlin 1910, S. 31 ff.

Der Einfluß der Technik wird sich aber naturgemäß größtenteils in den Kraftkosten niederschlagen, und daraus erklärt sich die schon eingangs erwähnte Tatsache, daß der absolute Kraftbedarf der Industrie ständig im Wachsen begriffen ist.

Gleichzeitig wird aber die Industrie bestrebt sein, ihre Kraftkosten zu senken, und man erkennt hier deutlich, daß es bei der Beurteilung der industriellen Kraftfrage nicht so sehr auf den absoluten Kraftbedarf, als vielmehr auf die Kraftkosten ankommt.

Man kann den obigen Untersuchungen aber auch das Verhältnis zwischen den Kraftkosten und den übrigen Produktionskosten entnehmen. Wir sahen, die vermehrte Anwendung motorischer Kraft gibt der industriellen Unternehmung ein Hauptmittel an die Hand, sich von den ungünstigen Abhängigkeiten des Wirtschaftserfolges möglichst freizumachen. Die Kraft tritt damit in einen gewissen Gegensatz zu den übrigen Faktoren; auf ihrer Seite steht die Technik, auf der anderen die allgemeine Wirtschaftslage.

Hiermit erscheint die allgemeine Bedeutung der Kraftfrage in der industriellen Unternehmung genügend präzisiert, um jetzt zur Frage überzugehen: Wie groß ist die Bedeutung der Kraftkosten bei den verschiedenen Industrieunternehmungen? Für die Beantwortung dieser Frage benötigen wir vor allem einer Größe, welche den Vergleich zwischen den einzelnen Industrien ermöglicht. Denn es ist klar, nicht die absoluten Größen der Kraftkosten der verschiedenen Industrien wird man miteinander vergleichen dürfen, um zu einem vergleichenden Urteil über die Bedeutung ihrer Kraftkosten zu gelangen, man wird zugleich auch die Bedeutung der übrigen Produktionskosten berücksichtigen müssen. Daraus ergibt sich ohne weiteres als passende Vergleichsgröße für die Bedeutung der Kraft die Relation der Kraftkosten zu den Gesamtselbstkosten. Für die vergleichsweise Beurteilung der übrigen Faktoren wird naturgemäß eine analoge Relation maßgebend; so z. B. für den Vergleich der Bedeutung der Rohmaterialkosten die Relation:

$$\frac{\text{Rohmaterialkosten,}}{\text{Gesamtselbstkosten}}$$

oder für den Vergleich der Bedeutung der Lohnkosten die Relation:

$$\frac{\text{Lohnkosten}}{\text{Gesamtselbstkosten.}}$$

Die Anwendung des Gesagten sei in einem Beispiele kurz demonstriert.

Betrachten wir ein bestehendes industrielles Unternehmen, und finden wir z. B. für dasselbe, daß seine Kraftkosten 40%, seine Arbeitskosten 20% seiner Gesamtselbstkosten ausmachen, so können wir ohne weiteres sagen: Die Bedeutung seiner Kraftkosten ist 40 im Vergleich zur Bedeutung seiner Lohnkosten, welche 20 ist, oder, für das Unternehmen haben die Kraftkosten doppelt so viel Bedeutung als seine Lohnkosten.

Nehmen wir nun an, dieses Unternehmen, welches im Orte »A« mit Dampfkraft gearbeitet habe, ziehe aus irgendwelchem Grunde nach »B«, wo es eine billigere Kraftquelle, z. B. eine billige Wasserkraft, zur Verfügung hat, jedoch seien dort seine Arbeitslöhne höhere geworden. — Dies alles unter der Voraussetzung, daß seine technischen Einrichtungen, also auch die absolute Größe seiner Kraftanlage und die Zahl seiner Arbeiter, ebenso wie der Preis seiner Rohmaterialien genau dieselben geblieben seien. Wir untersuchen den Betrieb im Orte »B« wieder und finden z. B.: Der Prozentsatz, den die Kraftkosten von den Gesamtkosten ausmachen, ist jetzt 30, der Prozentsatz, den die Lohnkosten von den Gesamtselbstkosten ausmachen, auch 30. Vergleichen wir nun die beiden Unternehmungen, so finden wir, daß die Bedeutung ihrer Kraftkosten im Orte »A« 40 war, während sie jetzt auf 30 herabgesunken ist. Wir sehen aus diesem Vergleiche, daß für ein und dasselbe Unternehmen desselben Industriezweiges je nach seiner Lage die Bedeutung der Kraftkosten eine ganz verschiedene sein kann (in einem Falle 40, im anderen 30), und dasselbe gilt auch hinsichtlich der Bedeutung seiner Lohnkosten.

Verfolgen wir dieses Beispiel weiter. Angenommen, der Betrieb in »B« führe neue Kraftmaschinen ein, welche einerseits die Kraftkosten steigern, anderseits durch Ausschaltung von Menschenkraft die Lohnkosten senken. Wir untersuchen wieder und finden z. B.: Prozentualer Anteil der Kraftkosten an den Gesamtselbstkosten ist 30, der Lohnkosten an den Gesamtselbstkosten 25. Trotzdem also eine Vergrößerung der Kraftanlage nötig war, ist dennoch die Bedeutung der Kraftkosten gleich geblieben wie früher, wogegen die Lohnkosten gesunken sind und die Bedeutung der übrigen Kosten gewachsen ist, was wieder damit zusammenhängt, daß durch die Vermehrung der Arbeitsmaschinen eine Mehrverarbeitung von Rohmaterial möglich wurde, welche entsprechende Mehrausgaben zur Folge hatte.

Dieses Beispiel kann man nicht bloß zur besseren Illustration des Gesagten verwenden, sondern es läßt sich an ihm auch sehr gut die Wechselwirkung zwischen den einzelnen Kostenfaktoren ersehen. Jede

Änderung einer der Relationen muß unbedingt eine Änderung der übrigen zur Folge haben, denn die Summe unserer Relationen muß ja in allen Fällen 100 geben.

Die nähere Betrachtung einer dieser Relationen wird also unbedingt auch eine Mitbetrachtung der übrigen einbeziehen müssen.

Es wäre jetzt naheliegend, die oben gestellte Frage nach der Bedeutung der Kraftkosten in den verschiedenen Industrien dadurch zu beantworten, daß man für sämtliche Industrien die nötigen Relationen empirisch ermittelt. Abgesehen davon aber, daß diese Zahlen nur sehr schwer zu erhalten sind — die Statistik ist hier wenig, fast gar nicht zu benutzen —, erscheint es ebenso notwendig wie logisch gerechtfertigt, diese Frage zuerst theoretisch zu behandeln.

Dies soll im folgenden geschehen, wobei bei der Behandlung des Stoffes auf eine möglichst einfache empirische Durchführungsmöglichkeit Rücksicht genommen wurde.

§ 2. Begriff des Kraftbedarfes.

Vor allem andern müssen wir uns darüber klar werden, was wir im folgendem unter Kraft überhaupt verstehen wollen.

In erster Linie verstehen wir darunter nur die motorischen Kräfte, schließen also den Verbrauch chemischer Energien aus unserer Betrachtung prinzipiell aus. Insoferne jedoch Kräfte zur Auslösung eines chemischen Prozesses nötig sind, — Kräfte, die zwar theoretisch auch durch chemische Energien gewonnen werden können, jedoch praktisch immer, sei es aus was immer für Gründen, aus Motoren gewonnen werden —, müssen sie unbedingt hierher gerechnet werden.

Ein Beispiel hierfür ist die Gewinnung von Calciumkarbid, welches als Schmelzprodukt von Kohle und Kalk in elektrischen Öfen bei 3000 bis 3500° C gewonnen wird. Der hier benötigte Kraftbedarf (ca. 5,4 PS pro 1 kg Karbid)[1]) ist unbedingt in Rechnung zu setzen, da die Elektrizität hier praktisch durch chemische Energie (Kohlenfeuerung) unersetzlich ist, ja eigentlich mit voller Berechtigung als Rohstoff aufgefaßt werden kann.

In anderen Fällen, in denen die Praxis sowohl motorische Kraft als auch chemische Prozesse zuläßt, muß das jeweils wirtschaftlich Voll-

[1]) »Calciumkarbid, seine volkswirtschaftliche Bedeutung für Deutschland« von Walter le Coutre. Berlin 1909.

kommenste ausgewählt werden, um einen Überblick über die ganze Industrie zu geben. Ein Vergleich einzelner bestehender Betriebe miteinander wird einfach mit dem jeweils Vorhandenen rechnen. Auch hierzu ein Beispiel.

Kalkstickstoff wird dadurch gewonnen, daß man Calciumkarbid in Retorten zur Rotglut erhitzt, darüber Stickstoff treibt, der mit Lindeschen Maschinen aus der Luft gewonnen wird. Die erwähnten Retorten können entweder durch Kohlenfeuerung oder Elektrizität geheizt werden. Um den Kraftbedarf der ganzen Kalkstickstoffindustrie darzustellen, wird man jedenfalls die elektrische Feuerung in Rechnung setzen (ca. 1 KW/Std. pro 1 kg Stickstoff), sie daher als motorische Kraft betrachten. Betrachtet man hingegen verschiedene Einzelbetriebe dieser Industrie, so wird sich für diejenigen, welche ihre Retorten mit Elektrizität heizen, ein größerer Kraftbedarf ergeben als für diejenigen, welche Kohlenfeuerung benutzen[1]).

Es fragt sich ferner, sollen wir Kräfte, die nicht direkt dem Stoffveredlungsprozesse dienen, hierher rechnen oder nicht. Es kämen hier z. B. die Antriebskräfte für Hebezeuge zum Fortschaffen, Verladen usw. (die Antriebskräfte) in Betracht. Da es sich für uns immer um den Kraftbedarf einer Fabrik handelt, glauben wir, solche Kräfte unbedingt miteinbeziehen zu müssen, die zur Durchführung eines modernen Betriebes sich als notwendig erweisen. Die genannten Kräfte, die nur mittelbar dem Produktionsprozesse dienen, lassen sich außerdem auch praktisch sehr selten von den direkten Produktionskräften scharf trennen, da die meisten in Betracht kommenden Hilfsmaschinen von einer zentralen Kraftanlage aus betrieben werden, was besonders seit Einführung der elektrischen Kraftübertragung fast allgemein geschieht; im gleichen Geiste wäre auch der Kraftbedarf, den die elektrische Beleuchtung der Betriebe erfordert, in Rechnung zu setzen. Da es sich aber um einen Vergleich der Industrien untereinander handelt, in denselben jedoch nicht nur die Beleuchtungsart sondern auch die Beleuchtungsintensität ganz verschieden groß ist, können wir sie gleich der Beheizung ganz außer Betracht lassen, um so mehr, als sie erfahrungsgemäß jeweils nur einen kleinen Prozentsatz der Kraftkosten bei großen Betrieben aus-

[1]) Es scheint dies im ersten Moment eine irrtümliche Ansicht zu sein. Man bedenke aber, daß es sich hier nur um motorische Kräfte handeln kann, d. h. um Kräfte, welche auf irgendeine Art, sei es nun durch Wärme oder z. B. durch Wasserkraftmaschinen, gewonnen werden können.

macht, bei kleineren jedoch kaum von der eigenen Anlage aus versorgt wird[1])[2]).

Zusammenfassend können wir daher sagen:

Man versteht unter dem Kraftbedarf der Industrie denjenigen Aufwand an motorischer Arbeitsleistung und nur diesen, welcher innerhalb eines Fabrikbetriebes zur Durchführung des Produktionsprozesses unmittelbar und mittelbar dient.

Mit Hilfe dieser Definition sind wir nun in den Stand gesetzt, für jedes bestehende industrielle Unternehmen den benötigten Aufwand an motorischer Kraft festzustellen und demgemäß auch die entsprechenden Kraftkosten zu bestimmen. Unter letzteren wollen wir in den folgenden Ausführungen die Gesamtkosten der nach obiger Definition begrifflich festgelegten motorischen Kraft pro Jahr verstehen. Es sind dies die Kosten für Betriebsmaterialien, wie Kohle, Petroleum, Benzin usw., dann die Betriebskosten, die Wartung, Schmierung und Reparaturen und schließlich die Kosten für Verzinsung und Amortisation der Kraftanlage.

Letztere müssen wir, trotzdem wir die verschiedenen industriellen Unternehmungen nicht praktisch sondern theoretisch miteinander vergleichen wollen, also alle lokalen Verschiedenheiten ausschalten müßten, dennoch mit hereinbeziehen, da sie einen sehr großen Einfluß auf die Kraftkosten haben, der nicht vernachlässigt werden darf.

§ 3. Das Interesse an billiger Kraft.

Wir fanden in der Einführung, daß wir, um die Bedeutung der Kraftkosten für die verschiedenen Industrien erfassen zu können, nicht die absoluten Kraftkosten miteinander vergleichen dürfen, sondern eine Relation benutzen müssen, welche uns angibt, welchen Bruchteil die

---

[1]) Eine Ausnahmestellung nehmen hier die Anstalten ein, die Vervielfältigungen auf photographischem Wege mit Hilfe elektrischen Lichtes herstellen und so elektrische Energie aufwenden, die unmittelbar dem Produktionsprozesse dient.

[2]) Der Tatsache, daß sich in der Vernachlässigung der Beleuchtung eine Fehlerquelle befindet, sind wir uns wohl bewußt, denn wenn die Beleuchtung einmal von einer Zentralkraftanlage geleistet wird, zählen wir ihre Kosten bei denen des gesamten Kraftbedarfes mit, in anderen Fällen, z. B. bei Gasbeleuchtung, tun wir das nicht. Doch kann man sich leicht damit abfinden, wenn man, wie oben ausgeführt, bedenkt, daß der Fehler jedenfalls kein großer ist. Analog verhält sich die Sache mit der Heizung. Es wäre ja auch zwecklos, bei einzelnen Teilbetrachtungen einen Grad von Fehlerfreiheit anzustreben, der bei dem schließlichen Gesamtresultate aus prinzipiellen Gründen nie erreichbar ist.

Kraftkosten von den Gesamtselbstkosten ausmachen. Wir sahen ferner, daß zum vollen Verständnis der industriellen Kraftfrage eine Mitbetrachtung der übrigen Produktionskosten unbedingt notwendig ist. Wir müssen uns daher über diese Klarheit verschaffen und wir können dies zunächst dadurch erreichen, daß wir die Selbstkosten eines Produktionsprozesses in ihre einzelnen Glieder auflösen.

Die Selbstkosten eines Produktionsprozesses kann man nun in folgende Bestandteile zerlegen:

1. Kosten des technischen und kaufmännischen Bureaus,
2. Kosten für Roh- und Hilfsmaterialien,
3. Kosten für motorische Kraft inkl. der Amortisation und Verzinsung der hierzu benötigten Anlagekapitalien,
4. Kosten für menschliche Arbeitskräfte,
5. Kosten für Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals,
6. Generalunkosten.

Wollten wir nun sämtliche Glieder berücksichtigen, so würde eine klare Darstellung der hier herrschenden Verhältnisse nicht möglich sein. Auch aus Rücksicht auf die praktische Durchführung des Vergleiches verschiedener Industrien wäre die Berücksichtigung sämtlicher Glieder nicht zu empfehlen.

Wir müssen hier vielmehr abstrahierend vorgehen und diejenigen Kostenelemente ausschalten, deren Änderung nicht direkt auf die Kraftkosten einwirkt. Diese nicht so innig mit den Kraftkosten zusammenhängenden Kosteneinheiten sind zweifellos:

1. Die Kosten des technischen und kaufmännischen Bureaus,
2. die Kosten für Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals,
3. die Generalunkosten.

1. und 3. hängen gewiß nur in geringem Maße mit den Kraftkosten zusammen, denn eine Veränderung ihrer Größe wird die absolute Größe der Kraftanlage wohl nicht beeinflussen. Die Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals kann allerdings durch die Veränderung des Produktionsprozesses an sich und durch die Vergrößerung der Kraftanlage beeinflußt werden; da jedoch die Höhe der Verzinsung und Amortisation teils von der allgemeinen Wirtschaftslage, teils ganz individuell von jedem Unternehmen geändert werden kann, ist eine direkte Wirkung auf die Kraftkosten nicht exakt feststellbar.

Schalten wir also diese drei Faktoren aus unseren Betrachtungen aus, so verbleiben nur mehr: die K r a f t k o s t e n , die A r b e i t s k o s t e n und die R o h m a t e r i a l k o s t e n. Wir haben jetzt also nicht mehr

den gesamten Produktionsprozeß vor Augen, sondern nur den Stoffumwandlungsprozeß an sich inkl. seiner Kosten, die ja für unsere Betrachtungen nicht umgangen werden können. Wir scheiden also gleichsam die Fabrikation von der Verwaltung und betrachten nur erstere.

Ebenso wie wir oben die Kraftkosten begrifflich festgelegt haben, müssen wir uns jetzt darüber einigen, was wir unter Arbeits- und Rohmaterialkosten künftig verstehen wollen:

Unter die Kosten für menschliche Arbeitsleistung gehören die Lohnkosten der sogenannten produktiven Arbeiter. Nicht hierher gehören demnach: die Angestellten der technischen und kaufmännischen Bureaus, sowie die Diener und sonstiges Hilfspersonal. Mit einzurechnen sind jedoch hier die Ausgaben für Wohlfahrtseinrichtungen, die im Interesse der Arbeitnehmer gemacht werden. Auch sie sind auf den Kopf der Arbeiter zu beziehen. Löhne, die in Form von Naturalien bezogen werden, sind natürlich auch einzubeziehen. Unter Arbeitskosten verstehen wir also im folgenden die Gesamtheit der in einem Wirtschaftsjahre für »produktive« Arbeiter gemachten Aufwendungen.

Unter Rohmaterialkosten verstehen wir in folgendem die jährlich für diese Materialien entfallenden Gesamtkosten loco Fabrik. Dabei kann natürlich auch der Fall eintreten, daß die Rohmaterialien, z. B. bei Bergwerken, nicht im gewöhnlichen Sinne gekauft werden, sondern daß für die Abbaukonzessionen Geld erlegt werden muß. Auch hier haben wir es mit Kosten für die Rohmaterialien zu tun und beziehen sie deshalb in diese Rubrik ein.

Nach unseren obigen Erwägungen hatten wir gefunden, daß als Maßstab für die Beurteilung der Kraftbedeutung für verschiedene industrielle Unternehmungen der Quotient $\frac{\text{Kraftkosten}}{\text{Gesamtkosten}}$ zu gelten hat. Dadurch, daß wir jetzt infolge unseres abstrahierenden Vorgehens verschiedene Teile dieser Gesamtselbstkosten ausgeschieden haben, ändert sich diese Relation, denn wir haben ja nicht mehr den gesamten Produktionsprozeß im Auge, sondern nur einen Teil desselben, und im Nenner unserer Quotienten werden nicht mehr die Gesamtselbstkosten erscheinen, sondern einfach die Summe aus Kraftkosten, Arbeitskosten und Rohmaterialkosten.

Die auf diese Weise gemessene Bedeutung der billigen Kraft eines industriellen Unternehmens wird also nicht dieselbe sein wie bei Berücksichtigung sämtlicher Selbstkosten, sondern jeweils natürlich größer. Dennoch läßt sich mit gutem Gewissen sagen, daß die auf diese ver-

einfachte Weise bestimmte Kraftbedeutung sich als gute Annäherung an die wirklich vorhandene ansprechen läßt; sie gibt uns jedenfalls den greifbarsten Anhalt für dieselbe, denn für die Mehrzahl der Industrie kann es wohl als Regel gelten, daß die Summe der jährlichen Ausgaben für Kraft, Materialien und Löhne bedeutend mehr ausmacht als die Summe aller übrigen Ausgaben.

Wir müssen also im folgenden:

Die Bedeutung der billigen Kraft für eine Industrie durch die Relation:

$$\frac{\text{Kraftkosten}}{\text{Arbeitskosten} + \text{Kraftkosten} + \text{Rohmaterialkosten}},$$

die Bedeutung der billigen Arbeit durch die Relation:

$$\frac{\text{Arbeitskosten}}{\text{Arbeitskosten} + \text{Kraftkosten} + \text{Rohmaterialkosten}},$$

die Bedeutung des billigen Rohmaterials durch die Relation:

$$\frac{\text{Rohmaterialkosten}}{\text{Arbeitskosten} + \text{Kraftkosten} + \text{Rohmaterialkosten}}.$$

Wir geben diesen Relationen einen Namen und nennen sie: Das Interesse an billiger Kraft, an billigem Rohmaterial, an billiger Arbeit.

Diese Benennung darf nicht mißverstanden werden. Denn wenn auch durch die genannten Relationen tatsächlich das Interesse der Unternehmung an der Verbilligung eines der drei Kostenelemente einen größenhaften Ausdruck findet, so darf man doch nicht vergessen, daß wir hier theoretisch betrachten und die Sache in der Praxis des Einzelfalles anders liegen kann. Es ist klar, Interessen an Verbilligung irgendeines Selbstkostenelementes sind immer vorhanden, ja das Interesse dafür kann sogar in Wirklichkeit sehr groß sein, wenn es auch durch unsere Ausdrucksweise klein erscheint. Dies kann z. B. dann der Fall sein, wenn eine Verbilligung der übrigen Selbstkosten für das betreffende Unternehmen ausgeschlossen ist und eine Senkung der Gesamtselbstkosten z. B. aus Konkurrenzrücksichten doch als notwendig erscheint. Man spart eben dort, wo zu sparen möglich ist. Unser Begriff des Interesses ist, und das kann nicht genug betont werden, ein rein theoretischer, ist nur eine Vergleichsgröße, und muß das sein, da man bei Betrachtung der gesamten Industrie unmöglich auf individuelle Nöten einzelner Unternehmungen Rücksicht nehmen kann.

§ 4. Hilfsbegriffe.

Wir sahen, daß die Technik dem Unternehmen das Hauptmittel an die Hand gibt, ungünstige Abhängigkeiten des Wirtschaftserfolges in günstige zu verwandeln, was schließlich immer gleichbedeutend ist mit einer Herabdrückung der Produktionskosten.

Unser im letzten Paragraphen abgeleiteter und begründeter isolierter Produktionsprozeß kennt nur drei Selbstkostenelemente: Arbeit, Kraft und Materialkosten.

Durch welche technischen Mittel kann nun dieser Prozeß eine Verbilligung seiner Selbstkosten erreichen?

Er kann erreichen:

1. Eine Verbilligung der Kosten pro effektiver Pferdekraft:
   a) durch Vergrößerung der Kraftanlage,
   b) durch Anwendung neuer, besserer Maschinen.
2. Eine Verbilligung der Lohnkosten:
   a) durch Einführung neuer Arbeitsmaschinen,
   b) durch Einführung neuer Produktionsverfahren.
3. Eine Verbilligung der Materialkosten:
   a) durch Einführung verbesserter Arbeitsmaschinen, die eine bessere Ausnutzung des Materials zulassen.
   b) durch Einführung neuer Produktionsverfahren, welche eine gewinnbringende Ausnutzung der Abfälle ermöglichen, so daß dann die aus letzteren gemachten Einnahmen, von den Preisen der Roh- und Hilfsmaterialien abgezogen, eine Verbilligung derselben darstellen.

Eine nähere Betrachtung dieser von der Technik gebotenen Hilfsmittel zeigt uns leicht, daß mit Ausnahme von 1. b) keines derselben isoliert betrachtet werden kann. Denn z. B. die Einführung von neuen Arbeitsmaschinen kann ebensogut eine Erniedrigung der Materialkosten, als auch eine Erniedrigung der Lohnkosten, wie auch endlich eine Erhöhung der Kraftkosten zur Folge haben. Nur durch die Anwendung neuer, besserer Kraftmaschinen können die Kraftkosten allein gesenkt werden[1]). Alle übrigen Hilfsmittel aber werden sich gegenseitig beeinflussen.

[1]) Ein typisches Beispiel hiefür sei hier erwähnt (»Glück auf« 1908/2, S. 1721 ff.). Die Zeche Osterfeld bei Osterfeld in Westfalen erzeugte mittels Frischdampfanlage

Der Grad dieser gegenseitigen Beeinflussung wird sich jedoch nicht exakt feststellen lassen; er ändert sich eben mit den spezifischen Eigenschaften jedes industriellen Produktionsprozesses. Wohl aber kann man sagen, daß fast ausnahmslos alle diese technischen Hilfsmittel auf die Höhe der Kraftkosten variierend einwirken, also demnach auch das Interesse an billiger Kraft beeinflussen. Infolgedessen sind wir genötigt, zum besseren Verständnis dieses Interesses auch sie in unsere Betrachtungen einzubeziehen. Dies muß aber, der nötigen Übersicht halber ganz allgemein geschehen, und wir müssen deshalb nach Begriffen suchen, welche uns für jede industrielle Unternehmung, gleichgültig welcher Wirtschaftsart, angeben können, inwieweit die erwähnten technischen Hilfsmittel in ihr Anwendung gefunden haben, und welche uns ferner die Möglichkeit geben zu untersuchen, welche Wirkung eine Änderung derselben auf das Kraftinteresse hätte.

Auf einen dieser Begriffe werden wir durch die in der Statistik vielfach als Vergleichsgröße angewandte Beziehung gebracht, welche die Zahl der effektiven Pferdestärken pro Kopf der Arbeiter angibt. Will man untersuchen, welcher Teil des gesamten Kraftverbrauches eines Betriebes einerseits von Menschen, welcher Teil anderseits von Motoren geleistet wird, dann scheint es wohl angebracht, obiges Verhältnis zu benutzen, da man ja bis zu einem gewissen Grad dadurch menschliche und motorische

Elektrizität. Die Kilowattstunde wurde um 3,5 Pf. abgegeben. Im Jahre 1907 führte man eine Vergrößerung der Anlage folgendermaßen durch. Es wurden zwei Abdampfturbinen, Bauart Gutehoffnungshütte à 1600 KW (1 KW = 1,36 PS) aufgestellt.

Die Anlage kostete neu, fix und fertig montiert M. 1060 000.

Die Betriebskosten berechneten sich für das erste Jahr wie folgt:

10% Verzinsung und Amortisation	M.	106 000
Ersatzteile (vorsichtig berechnet)	»	10 000
Löhne	»	19 200
Putz- und Schmiermaterial	»	5 400
Dampfkosten	»	63 000
Zusammen	M.	203 600

Bei Dauerbetrieb und 300 Arbeitstagen konnte dort mit einer durchschnittlichen stündlichen Stromabgabe von 2400 KW gerechnet werden. Dies ergibt im Jahre 17,3 Mill. KW-Stunden. Daraus berechnen sich die Gestehungskosten der KW-Stunde zu 1,18 Pf.

Dieselbe Anlage für Frischdampfbetrieb hätte für dieselbe Leistung einen Preis von 3,5 Pf. pro KW-Stunde ergeben, resp. hätte M. 605 000 jährliche Betriebskosten benötigt. Daraus errechnet sich eine jährliche Ersparnis von M. 401 000.

Rechnet man die Aufwände für Verzinsung und Amortisation dazu, so ergibt sich eine jährliche Ersparnis von M. 507 000. Die Anlagekosten konnten also nach zwei Jahren von den Ersparnissen allein leicht abgezahlt werden.

Arbeitsleistung vergleichen kann. Uns kommt es aber hier auf die wirtschaftliche Seite an. Nehmen wir auf sie Rücksicht, so ergibt sich, daß wir nicht den Ausdruck $\frac{\text{Zahl der effektiven Pferdestärken}}{\text{Arbeiterzahl}}$ benutzen können, wohl aber den Ausdruck $\frac{\text{Kraftkosten}}{\text{Lohnkosten}}$, einen Ausdruck, der uns angibt, in welchem Verhältnis die Kosten für motorische Kraft stehen zu den für Arbeit aufgewendeten.

Es liegt nahe, ihn als Maßstab für den Grad der Mechanisierung eines Unternehmens anzusprechen; er soll angeben, wie weit man in einem Unternehmen im Ersatz von Menschenkraft durch Maschinenkraft gekommen ist. Dies mag in vielen Fällen zutreffend sein, stimmt aber häufig nicht ganz; die Mechanisierung in einem Betrieb kann nämlich nicht nur durch Kraftvermehrung, d. h. durch Aufstellung neuer, motorisch betriebener Arbeitsmaschinen bewerkstelligt werden, sondern auch durch Einführung neuer Produktionsverfahren, insbesondere aber durch neue bessere Werkzeuge und durch Massenartikelerzeugung. Wenn z. B. in einer Spinnerei zum Anknüpfen gerissener Fäden an Stelle der Handarbeit Knüpfmaschinen verwendet werden, welche der einzelne Arbeiter mit der Hand bedient, so wird dadurch die Mechanisierung des Betriebes zweifellos gesteigert, ohne daß deshalb eine Vergrößerung der motorischen Kraft oder eine Verminderung der Arbeiterzahl eintritt. Wollte man die Mechanisierung präcise fassen, so müßte man zu den Kraftkosten im Zähler noch die Kosten für Amortisation, Verzinsung und Betrieb der Arbeitsmaschinen und im Nenner dasselbe für Werkzeuge dazu zählen. Ganz genau wird sich der Begriff der Mechanisierung überhaupt nicht fassen lassen, denn man müßte wohl auch die Menge des pro Zeiteinheit verarbeiteten Rohmateriales berücksichtigen, worin man praktisch auf zu große Schwierigkeiten stoßen würde.

Wie dem auch sei, im ganzen wird das Verhältnis $\frac{\text{Kraftkosten}}{\text{Lohnkosten}}$ doch einen ziemlich zuverlässigen Anhaltspunkt für den Grad der Mechanisierung geben, und wir wollen daher in Zukunft diesen Ausdruck kurz: den Mechanisierungsquotienten nennen, verweisen aber darauf, daß wir uns der dabei unterlaufenden Ungenauigkeiten wohl bewußt sind.

Der zweite Begriff, den wir für unsere Überlegungen benötigen, muß auch die Rohmaterialkosten berücksichtigen, um so die Betrachtung

der Wechselwirkung sämtlicher technischer Hilfsmittel zu ermöglichen. Er ist durch den Quotienten $\frac{\text{Rohmaterialkosten}}{\text{Kraftkosten} + \text{Lohnkosten}}$ bestimmt, einen Ausdruck, der uns angibt, wieviel Menschen und Maschinenarbeit jährlich aufgewendet werden muß, um so und soviel Rohmaterial zu verarbeiten. Wir nennen ihn daher in folgendem kurz: Den Verarbeitungsquotienten.

Diese beiden Begriffe, der Mechanisierungs- und der Verarbeitungsquotient, reagieren nun auf jede Einwirkung der Technik und werden uns im folgenden auch dazu dienen, den Einfluß letzterer auf die Industrie näher zu erwägen. Sie sind endlich auch Größen, welche für jede Industrie und jeden Betrieb ausgesprochen charakteristisch sind, welche somit bei einem Vergleich von Industrien gute Dienste leisten werden.

Der Mechanisierungs- und der Verarbeitungsquotient werden also diejenigen Größen sein, welche sämtliche Faktoren enthalten, die — natürlich innerhalb des »isolierten« Prozesses auf das Interesse an billiger Kraft einwirken.

Sie geben uns daher ein treffliches Mittel zur Lösung unserer Aufgabe an die Hand.

§ 5. Die Kurven konstanter Mechanisierungsquotienten.

Wir haben in dem bisherigen versucht, die verschiedenen Einflüsse zu bestimmen, welche auf das Interesse an billiger Kraft in der Industrie einwirken und sind nach notwendiger Abstrahierung aller praktisch schwer erfaßbarer Nebenumstände zu dem Schlusse gekommen, daß sich sämtliche Wirkungen der Technik und Wirtschaft in zwei Größen niederschlagen, nämlich im Mechanisierungs- und im Verarbeitungsquotienten.

Unsere nächste Aufgabe wird daher naturgemäß sein, die Abhängigkeit des Interesses an billiger Kraft von diesen zwei Quotienten näher darzustellen, und zwar in einer Form, die es uns gestattet, allgemeine Schlüsse über dieses Interesse zu ziehen, wobei natürlich alle denkbar möglichen Fälle berücksichtigt werden müssen und uns außerdem aber noch die Möglichkeit gegeben sein muß, das Interesse an billiger Arbeit und billigem Rohmateriale mit in Erwägung zu ziehen.

Eine solche Darstellung in übersichtlicher Weise zu geben, wird auf rein gedanklichem Wege sehr schwer, wenn nicht unmöglich sein. Zwar lassen sich Schlüsse aus dem bisher Gesagten wohl ziehen; doch

würden diese nie zu einem befriedigenden Ende führen, denn wir können höchstens einige Wirkungen der Variation der verschiedenen Größen qualitativ bestimmen, nie aber quantitativ; es wäre denn, daß wir für verschiedene einzelne Fälle bestimmte Werte für die maßgebenden Größen annehmen und daraus die Wirkung auf das Interesse an billiger Kraft errechnen; nie aber bekämen wir auf diese, recht umständliche Weise, einen klaren Überblick über die herrschenden Gesetzmäßigkeiten. Dieser Überblick kann aber in sehr einfacher Weise erreicht werden, wenn wir die hier herrschenden Zusammenhänge in graphischer Form darstellen. Dies ist in unserem Falle auch sehr leicht möglich auszuführen; allerdings müssen wir uns hier der Mathematik als Hilfsmittel bedienen, um das graphische Bild überhaupt konstruieren zu können. Wir müssen nämlich ermitteln, wie sich das Interesse an billiger Kraft aus den beiden Begriffen: Mechanisierungs- und Verarbeitungsquotient ableiten läßt.

Wir führen, um mit den in Betracht kommenden Größen algebraisch operieren zu können, für dieselben Buchstaben als Benennung ein und bezeichnen:

Die Zahl der verwendeten effektiven Pferdestärken mit K
die durchschnittlichen Kosten der Pferdekraft pro Jahr mit . . . . . k
die Zahl der in einem Jahre durchschnittlich beschäftigten Arbeiter mit . . . . . A
die Höhe des jährlichen Durchschnittslohnes mit . . . a
die Gesamtmenge der jährlich verbrauchten Roh- und Hilfsmaterialien mit . . . . . R
Dabei kann dieses R naturgemäß aus verschiedenen Teilen zusammengesetzt sein ($R = R_1 + R_2 + R_3 \ldots$)
Die Durchschnittskosten der für R bzw. R_1, R_2 usw. angenommenen Einheiten mit . . . . . r
resp. mit . . . . . $r_1 r_2 r_3 \ldots$
das Interesse an billiger Kraft mit. . . . . i_k
» » » » Arbeit mit . . . . . i_a
» » » » Rohmaterial mit. . . . . i_R
den Mechanisierungsquotienten mit. . . . . m
den Verarbeitungsquotienten mit. . . . . f

Für den größenhaften Aufbau des Interesses an billiger Kraft aus Mechanisierungs- und Verarbeitungsquotienten ergibt sich nun nach

kurzer Rechnung[1]) die Beziehung:

$$i_k = \frac{m}{1+m} \cdot \frac{1}{1+f}.$$

Mit Hilfe dieser Relation können wir uns nun leicht ein genaues Bild der herrschenden Verhältnisse verschaffen. Wie wir aus der Gleichung ersehen, enthält dieselbe drei variable Werte. Da wir aber in einer ebenen Kurve eine Größe nur als Funktion einer anderen zum Ausdruck bringen können — und wir die räumliche Darstellung, welche, wie sich zeigte, für den Ungeübten nicht anschaulich wirkt, nicht anwenden wol-

---

[1])

$$i_k = \frac{K \cdot k}{K \cdot k + A \cdot a + R \cdot r} \quad \ldots\ldots\ldots \text{(I.)}$$

$$m = \frac{K \cdot k}{A \cdot a} \quad \ldots\ldots\ldots \text{(II.)}$$

$$f = \frac{R \cdot r}{K \cdot k + A \cdot a} \quad \ldots\ldots\ldots \text{(III.)}$$

Aus (II.): $K \cdot k = m \cdot A \cdot a$ subst. in (III.) $\ldots\ldots\ldots$ (IV.)

$$f = \frac{R \cdot r}{A \cdot a\,(1+m)} \quad \ldots\ldots\ldots \text{(V.)}$$

$$A \cdot a = \frac{R \cdot r}{f \cdot (1+m)} \quad \ldots\ldots\ldots \text{(VI.)}$$

$$i_k = \frac{m \cdot A \cdot a}{A \cdot a\,(1+m) + R \cdot r} \quad \ldots\ldots\ldots \text{(VII.)}$$

$$i_k = \frac{m \cdot \dfrac{R \cdot r}{f \cdot (1+m)}}{\dfrac{R \cdot r}{f \cdot (1+m)}(1+m) + R \cdot r} \quad \ldots\ldots\ldots \text{(VIII.)}$$

$$= \frac{\dfrac{m}{f \cdot (1+m)}}{\dfrac{1}{f} + 1} \quad \ldots\ldots\ldots \text{(IX.)}$$

$$= \frac{m}{(1+m) + f \cdot (1+m)} \quad \ldots\ldots\ldots \text{(X.)}$$

Aus (X.) folgt: $\dfrac{m}{i_k} = (1+m) + f \cdot (1+m)$ $\ldots\ldots\ldots$ (XI.)

$$f \cdot (1+m) = \frac{m}{i_k} - (1+m) \quad \ldots\ldots\ldots \text{(XII.)}$$

$$f = \frac{\dfrac{m}{i_k} - (1+m)}{1+m} = \frac{m}{i_k \cdot (1+m)} = 1 \quad \ldots\ldots\ldots \text{(XIII.)}$$

$$(f+1) \cdot i_k = \frac{m}{1+m} \quad \ldots\ldots\ldots \text{(XIV.)}$$

$$i_k = \frac{m}{1+m} \cdot \frac{1}{f+1} \quad \ldots\ldots\ldots \text{(XV.)}$$

len — müssen wir jeweils e i n e dieser Variabeln k o n s t a n t halten. Wir sehen dann das Interesse an billiger Kraft nur mehr abhängig von e i n e r veränderlichen Größe und lassen diese dann variieren. So erhalten wir zunächst e i n e ebene Kurve. Um auch der anderen Variabeln gerecht zu werden, für die wir einen konstanten Wert angenommen hatten, zeichnen wir beliebig viele Kurven für verschiedene, jeweils konstante Werte dieser Variabeln und stellen somit auch ihren Einfluß graphisch dar, welcher aus der einzelnen Lage der Kurven zueinander ersichtlich wird.

Welche Variable wir konstant halten, ist an und für sich ganz gleichgültig. Wir wollen vorläufig das Kurvenbild zeichnen, welches

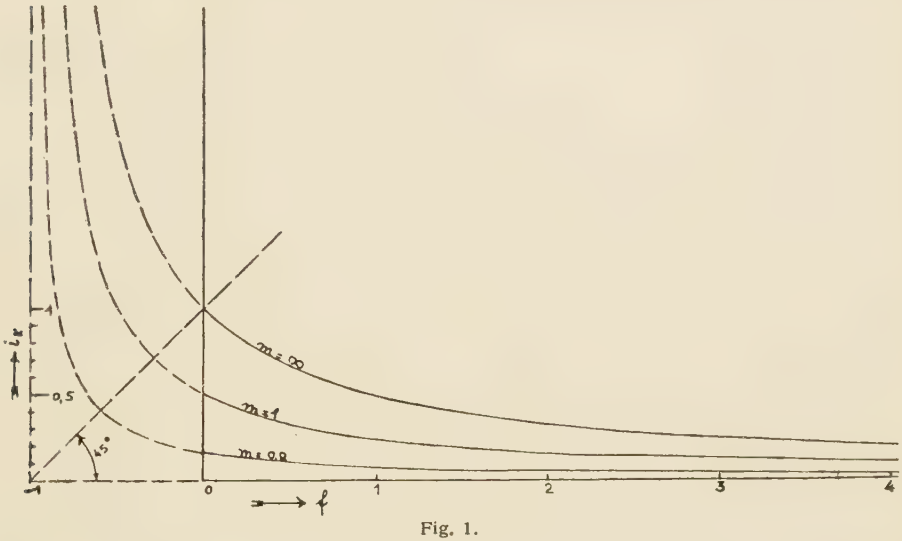

Fig. 1.

einem jeweils konstanten Mechanisierungsquotienten (m) entspricht. Wir wollen es daher als Bild der K u r v e n k o n s t a n t e r M e c h a n i s i e r u n g s q u o t i e n t e n bezeichnen.

Um diese Kurven zu finden, wird man also folgendermaßen vorgehen:

Man setzt in der oben gefundenen Gleichung für das Interesse an billiger Kraft m konstant, also z. B. $= 1$, und erhält dann z. B. $i_k = {}^1/_2 \frac{1}{1+f}$. Dann variiert man den Verarbeitungsquotienten beliebig und findet dazu verschiedene Kraftinteressen. Trägt man nun in einem rechtwinkligen Koordinatensystem den Verarbeitungsquotienten nach rechts,

das jeweils entsprechende Interesse an billiger Kraft nach oben auf und verbindet die sich daraus ergebenden Punkte, so erhält man eine Kurve, die die jedem Verarbeitungsquotienten entsprechenden Kraftinteressen sofort ersichtlich macht, unter der Voraussetzung, daß das m konstant, also wie in unserem Beispiele = 1 ist. Macht man nun dieselbe Berechnung für verschiedene, beliebig angenommene Werte des Mechanisierungsquotienten, so erhält man das Kurvenbild, welches Fig. 1 darstellt. (Genauer die Figur im Anhange.)

Später wird eine bequemere Konstruktion dieser Kurven angegeben werden.

§ 6. Allgemeine Betrachtungen.

Nachdem nun auf diese Weise der Zusammenhang des Interesses an billiger Kraft mit dem Mechanisierungs- und Verarbeitungsquotienten dargestellt ist, wird uns dieser Zusammenhang bereits bedeutend klarer.

Wir sehen, wie die Kurven bei kleiner werdenden Werten von f ganz flach der Abszissenachse entlang hereinlaufen, um dann immer steiler anzusteigen. D. h. mit anderen Worten: Der Einfluß, den die Größe des Verarbeitungsquotienten auf das Interesse an billiger Kraft ausübt, ist ein relativ großer, so lange dieser Wert selbst keinen hohen Wert angenommen hat. Hingegen wird er immer kleiner mit wachsendem Verarbeitungsquotienten, eine Tatsache, die wir ohne Anwendung mathematischer Überlegungen schwer hätten finden können. Es haben also Unternehmungen bzw. Industrien mit großen Verarbeitungsquotienten geringes Interesse an billiger Kraft, dieses steigt aber mit sinkendem Verarbeitungsquotienten immer rascher an. Ganz allgemein können wir also sagen, daß Industrien, welche teures Rohmaterial bei nicht zu hohen Gesamtkraftkosten verarbeiten, nur ein kleines Interesse an Verbilligung der Maschinenkraft haben; und ebenso wird das Interesse klein sein, wenn große Mengen — wenn auch billigen — Materiales mit verhältnismäßig geringen Gesamtkraftkosten verarbeitet werden, denn der Quotient $\frac{\text{Rohmaterialkosten}}{\text{Kraftkosten} + \text{Lohnkosten}}$ bleibt dann immer noch groß. Dies führt uns auf den Satz, *daß eine möglichst rationelle Durchführung des Produktionsprozesses voraussichtlich eine Verkleinerung des Interesses an billiger Kraft zur Folge haben wird.*

Fragen wir uns noch, wodurch bei einem Industriezweige eine Variation des Verarbeitungsquotienten bewirkt werden kann, so finden

wir, daß z. B. eine Vergrößerung desselben entweder durch Vergrößerung der Materialkosten oder durch Verminderung der Gesamtarbeitskosten eintreten kann. Letzteres erreicht man durch Einführung neuer, rationellerer Arbeitsmaschinen, etwa durch Erhöhung der Rohmaterialpreise, welch letzterer Fall dann eintritt, wenn man Materialien einkauft, welche schon für den beabsichtigten Produktionsprozeß vorbereitet und daher teuer sind, wenn man also z. B. in der Baumwollspinnerei statt roher Baumwolle bereits entkörnte einkauft. Es können aber auch die Rohmaterialkosten gleich bleiben und die Gesamtarbeitskosten sich verkleinern, d. h. bei Verarbeitung derselben Rohmaterialmenge werden die Kosten des Verarbeitungsprozesses geringere.

Da wir aber die Wirkung des Verarbeitungsquotienten auf bestimmte m-Kurven betrachten wollen, d. h. auf Kurven, die auf einen bestimmten Mechanisierungsquotienten Bezug nehmen, so müssen wir annehmen, daß der Mechanisierungsquotient seinen Wert beibehält, d. h. daß sich die Kraft und die Lohnkosten jedesmal im gleichen Verhältnisse ändern. Nur so können wir bei Variation des f immer auf Punkten derselben Kurven bleiben, von deren Betrachtung wir ausgegangen sind. — Es ist ja selbstverständlich, daß nicht einer dieser Fälle angenommen werden muß, bei denen wir davon ausgingen, daß entweder die Rohmaterialkosten oder die Gesamtarbeitskosten $(K \cdot k + A \cdot a)$ ihren Wert beibehalten. Es kommt nur darauf an, daß der Wert des Quotienten der beiden Ausdrücke zunimmt. Dabei können Zähler und Nenner beide zunehmen oder bei deabnehmen, oder es kann der Zähler allein zunehmen und außerdem der Nenner abnehmen.

Wir sehen also, daß der Einfluß des Verarbeitungsquotienten bei großem Mechanisierungsquotienten und dabei kleinem f am bedeutendsten ist, am geringsten bei den Kurven für kleinen Mechanisierungsquotienten und dabei großem f. Wirtschaftlich gedeutet heißt das: Wenn die Kraftkosten nur einen geringen Bruchteil der Gesamtarbeitskosten ausmachen, wenn also der Mechanisierungsquotient klein ist, dann hat eine Änderung des Verarbeitungsquotienten nur wenig Einfluß auf das Kraftinteresse und um so weniger, je größer der Verarbeitungsquotient ist, d. h. je größer die Rohmaterialkosten resp. je kleiner die Gesamtarbeitskosten an und für sich sind.

Schließlich noch eine Bemerkung über den minimalen Wert von f. Auf den ersten Blick möchte es scheinen, der Verarbeitungsquotient müßte immer einen größern Wert als Null haben, doch kann unter Umständen der Preis der Rohmaterialien praktisch tatsächlich nicht in Betracht kommen, was dann $f = 0$ zur Folge hat. Man brauchte ja nur an

erzreiche Gegenden zu denken, in denen jeder beliebig nach Erzen schürfen kann. So schreibt Dr. Waldemar Koch in seinem Aufsatze »Die Industrialisierung Chinas«, daß in manchen Gegenden Chinas, z. B. Kwangsi, die Schätze der Erde für vogelfrei gelten; nur zahlt man dem Grundbesitzer eine jährliche Abgabe von ca. M. 7[1]).

Ein negativer Wert endlich des Verarbeitungsquotienten scheint absurd, doch könnte man sich wohl vorstellen, daß z. B. eine Fabrik für das Wegschaffen von Abfallstoffen, die beseitigt werden müssen, den Abnehmer derselben sogar dafür bezahlt, so daß dieser nicht nur mit $f = 0$ zu rechnen hat, sondern in der Tat mit negativem f arbeitet. Praktisch wird dies aber kaum je von Bedeutung sein, da die Kosten der Hilfsmaterialien wohl meistens wieder ausgleichend wirken[2]). Immerhin ist unter diesen Umständen der paradox klingende Fall denkbar, daß die Kraftkosten mehr als 100% der Produktionskosten betragen, d. h. daß das Interesse an billiger Kraft größer als 1,0 wird.

Dies wäre nun die Wirkung der Variation des Verarbeitungsquotienten allein.

Anders aber ähnlich gesetzmäßig ist die Wirkung des Mechanisierungsquotienten allein. Wir sehen, daß mit zunehmendem Mechanisierungsquotienten das Interesse an billiger Kraft wächst. Insoferne ist also die Wirkung einer Veränderung des m gerade die umgekehrte wie die einer Veränderung des f; beide aber haben die gemeinsame Eigenschaft, daß ihr Einfluß immer kleiner wird, je größere absolute Werte sie annehmen.

In diesem Falle einer Veränderung des Mechanisierungsquotienten läßt uns das Aneinanderrücken der Kurven nach oben hin auf den sinkenden Einfluß dieser Größe schließen, denn wenn wir m vergrößern, kommen wir auf eine sehr nahe gelegene Kurve, d. h. das zugehörige Interesse an billiger Kraft hat keinen bedeutend höheren Wert. Ist m gleich unendlich, so erhalten wir die obere Grenzkurve des Interesses an billiger Kraft, für $m = 0$ die untere, die mit den Koordinatenachsen zusammenfällt.

Fragen wir uns wieder, wie z. B. eine Erhöhung des Interesses an billiger Kraft durch Veränderung des Mechanisierungsquotienten praktisch hervorgerufen werden kann, so brauchen wir uns nur die Bedeutung desselben klar zu machen und finden dann, daß dies z. B. dadurch bewirkt werden kann, daß bei gleichbleibenden Rohmaterialkosten die Kraft-

[1]) Dr. Waldemar Koch, »Die Industrialisierung Chinas«, Aufsatz in Technik und Wirtschaft 1910.

[2]) Deshalb wurde die Figur im Anhange auch nur für positive Werte des Verarbeitungsquotienten gezeichnet.

kosten steigen und die Lohnkosten sinken, also durch steigende Mechanisierung, wobei die Gesamtarbeitskosten gleich groß bleiben. — Aber auch hier können wir uns einen viel allgemeineren Fall denken. Wir können nämlich annehmen, daß bei steigendem Mechanisierungsquotienten, also bei Zunahme von $\frac{K \cdot k}{A \cdot a}$ die Gesamtkosten steigen (man denke nur an eine Vergrößerung des Betriebes), dann würde bei gleich bleibenden Rohmaterialkosten der Verarbeitungsquotient sinken; da wir die Gesamtkraftkosten aber konstant halten wollen, müssen wir die Rohmaterialkosten im gleichen Verhältnisse wachsen lassen wie die Gesamtarbeitskosten.

Die Stelle größten Einflusses einer Veränderung des Mechanisierungsquotienten *m* auf das Kraftinteresse finden wir dort, wo *m* selbst und der Verarbeitungsquotient kleine Werte haben. Mit dem Wachstum dieser beiden Größen nimmt sein Einfluß ab, d. h. je kleiner die Kraftkosten einerseits im Vergleich zu den Arbeitskosten sind, und je kleiner anderseits die gesamten Arbeitskosten im Verhältnis zu den Materialkosten, um so größer ist die Bedeutung des Mechanisierungsquotienten für das Interesse an billiger Kraft.

Die bisherigen Betrachtungen konnten angestellt werden, ohne daß besondere mathematische Überlegungen nötig gewesen wären. Weitere Gesetzmäßigkeiten, die im Diagramme wohl angedeutet sind, verlangen jedoch mathematische Hilfsmittel zur Klärung. So ist der Verlauf der Kurven ein ganz regelmäßiger, man denke nur an das gleichmäßige Ansteigen und die zunehmende Divergenz im Verlaufe gegen die Ordinatenachse; ferner zeigt uns das Diagramm die eigentümliche Tatsache, daß die Kurven mit steigendem Mechanisierungsquotienten immer enger zusammenrücken. In beiden Fällen können wir aber nicht sagen, nach welchen Gesetzen diese Vorgänge stattfinden.

Wir sahen weiter, daß die Einflüsse des Mechanisierungs- und des Verarbeitungsquotienten auf das Interesse an billiger Kraft verschieden groß sind. An welchen Stellen aber der Einfluß der einen, an welchen der der anderen Größe überwiegt, ist nicht so einfach zu bestimmen. Es gibt ja Teile des Kurvenbildes, wo dies ohne weiteres möglich ist. So kann man sofort sehen, daß in dem Gebiete nahe der Ordinatenachse im oberen Teile zweifellos eine Veränderung des Verarbeitungsquotienten von größerer Bedeutung für das Kraftinteresse ist als die Veränderung des Mechanisierungsquotienten. Wo aber die Grenze des überwiegenden Einflusses der einen der beiden Größen liegt, kann man nicht bei einfacher Betrachtung des Diagrammes angeben.

Da alle diese Fragen rein gedanklich nicht gelöst werden können, jedoch im Interesse der Vollständigkeit unserer Untersuchungen gelöst werden müssen, müssen wir dazu übergehen, sie mit Hilfe der Mathematik zu beantworten.

§ 7. Die Gesetzmäßigkeiten im Verlaufe der Kurven.

Die Gesetzmäßigkeiten, welche im Verlaufe der Kurven verborgen liegen, lassen sich zunächst dadurch aufrollen, daß wir die mathematische Gestalt der Kurven ermitteln; dies wird für jede Kurve für sich den Grad des Steigens oder Sinkens des Kraftinteresses abhängig von einer Veränderung des Verarbeitungsquotienten aufdecken.

Diese Aufgabe ist schnell gelöst: Wir greifen auf den oben (S. 24) abgeleiteten Ausdruck, für das Interesse an billiger Kraft zurück: $i_k = \frac{m}{(1+m)\ (1+f)}$; setzen wir nun vorübergehend andere Bezeichnungen ein, nämlich $f + 1 = x$ und $i_k = y$, so erhalten wir $x \cdot y = \frac{m}{m+1}$ oder, da m jeweils konstant ist: $x \cdot y =$ konstant.

Dies ist aber die Gleichung der gleichseitigen Hyperbel, bezogen auf ihre Assymptoten als Achsen.

Wir wissen also: Unsere Kurven sind gleichseitige Hyperbeln, deren zur Abszissenachse senkrechte Ordinatenachse um eine Einheit des Abszissenmaßstabes von unserem Nullpunkt nach links verschoben ist[1]). Eine vom Nullpunkte aus unter 45° gezogene Linie wird also die Hyperbelschar in zwei kongruente Hälfte teilen und daraus erklärt es sich, daß die Kurven längs der Achsen divergierend hereinlaufen, um dann vom Schnitte mit der 45 Gradlinie, der Symmetrielinie, an wieder konvergierend ins Unendliche zu gehen. Im Schnitte mit dieser Symmetrielinie erreichen also die Kurven ihre größten Normalabstände; in ihm ist auch ihre Krümmung am größten. Aus der Lage unserer Ordinatenachse ($f = 0$) folgt, daß nur die Grenzkurve die Symmetrielinie erreicht; in dem für uns näher in Betracht kommenden Teile des Diagrammes divergieren also die Kurven in ihrem Verlaufe gegen die Ordinatenachse.

[1]) Diese Tatsache bietet die Möglichkeit, die Kurven sehr einfach zu konstruieren. Man braucht nämlich von jeder Kurve nur einen Punkt zu berechnen, und zwar den Schnittpunkt mit der Ordinatenachse ($f = 0$) und dann die (in der Thermodynamik häufig angewendete) Konstruktion der gleichseitigen Hyperbel auszuführen, welche es gestattet, von einem Punkte ausgehend, die Hyperbel zu zeichnen.

Schließlich kann man noch sagen, daß bei jeder Kurve das starke Ansteigen im Schnitte mit der Symmetrielinie beginnt, an der Stelle, an der zugleich die Krümmung der Kurven ihr Maximum erreicht. Dies ist besonders klar ersichtlich, wenn man Kurven für kleine Mechanisierungsquotienten betrachtet. Am besten die Kurve für $m = 0$, welche mit den beiden Achsen zusammenfällt. Dann ist der Punkt der größten Krümmung im Koordinatenursprung (des vollkommenen Kurvenbildes) zu suchen, und man ersieht klar, wie die Kurve, horizontal ankommend, plötzlich in die Normale überspringt. Nun ist aber, wie schon oben erwähnt, unsere Ordinatenachse so gelegen, daß nur die obere Grenzkurve die Symmetrielinie erreicht. Also kommt für uns das starke Ansteigen der Kurven überhaupt nicht in Betracht; man kann nur sagen, daß die Kurven um so steiler ansteigen, je mehr sie sich der Ordinatenachse nähern, und zwar jeweils die höchst gelegenen am steilsten, woraus man wieder ganz allgemein folgern kann, daß ein starker Einfluß des Verarbeitungsquotienten überhaupt nicht vorhanden sein wird. Wir erkennen somit nach Feststellung dieser Beziehungen die Gesetzmäßigkeit, nach welcher das Interesse an billiger Kraft zunehmen muß, wenn der Mechanisierungsquotient konstant gehalten wird.

Wir gehen nun zur Erklärung der Tatsache über, die, wie wir sahen, darin besteht, daß die Kurven verschiedene Abstände voneinander aufweisen, daß ihre Abstände mit wachsendem Mechanisierungsquotienten immer kleiner werden.

Die Erklärung für das Aneinanderrücken der Kurven nach obenhin ist einfach; nehmen wir zwei Punkte, welche zum selben f gehörend, auf zwei verschiedenen m Kurven liegen; beide Punkte müssen dann der Kurvengleichung genügen, welche heißt:

$$(f+1)\cdot i_k = \frac{m}{1+m} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{(XIV)}$$

f ist, wie wir voraussetzten, für beide Punkte dasselbe. Für den ersten Punkt wollen wir den Index 1 verwenden, für den zweiten Punkt den Index 2. Dann heißt die Gleichung für den ersten bzw. zweiten Punkt:

$$(f+1)\cdot i_{k1} = \frac{m_1}{m_1+1}$$

$$(f+1)\cdot i_{k2} = \frac{m_2}{m_2+1}.$$

Uns interessiert das Kleinerwerden der Kurvenabstände, gemessen in der Richtung der Ordinatenachse. Dieses Kleinerwerden drückt sich

aus in dem Verhältnis der einzelnen Kurvenpunktordinaten für wachsende Mechanisierung. Sind die Abstände zweier Kurven sehr gering, so werden zu denselben Abszissen gehörige Punkte wenig verschiedene Ordinaten haben und der Quotient der letzteren wird sich dem Wert »1« immer mehr nähern. Dividieren wir nun, um diesen Quotienten zu erhalten, die linke Seite der oberen Gleichung durch die linke Seite der unteren und verfahren analog auf der rechten Seite, so erhalten wir:

$$\frac{(f+1)\cdot i_{k1}}{(f+1)\cdot i_{k2}} = \frac{\dfrac{m_1}{m_1+1}}{\dfrac{m_2}{m_2+1}}$$

oder

$$i_{k1} : i_{k2} = \frac{m_1}{m_1+1} + \frac{m_2}{m_2+1}.$$

Je größere Werte für m_1 und m_2 wir nun annehmen, um so geringer wird der Einfluß des Summanden 1 in den Nennern der rechten Gleichungsseite werden und um so weniger werden die Werte der beiden rechtsstehenden Brüche sich voneinander und von 1 unterscheiden, wobei alle zwei auf jeden Fall kleiner als 1 bleiben und sich diesem Werte nur asymptotisch nähern. Folglich wird der aus den beiden Brüchen gebildete Quotient sich auch immer mehr dem Werte 1 nähern, d. h. i_{k1} wird sich immer weniger unterscheiden von i_{k2}, d. h. die Abstände der Kurven werden immer geringer. Greifen wir z. B. für $f = 2$ einige Punkte auf den m-Kurven heraus, und nennen wir das i_k auf der Kurve für $m = 0{,}2$ i_{k1}, so wird das i_k des Punktes auf der Kurve ($m = 0{,}5$) gleich $2 \cdot i_{k1}$; für den Punkt auf der Kurve ($m = 1$) $i_k = 3\, i_{k1}$; für den auf der Kurve ($m = 2$) $i_k = 4\, i_{k1}$; für ($m = 5$) $i_k = 5\, i_{k1}$ und endlich für ($m =$ unendlich) $i_k = 6\, i_{k1}$ sein.

Wie aus den vorhin abgeleiteten Proportionen ohne weiteres klar ist, gilt diese Beziehung nicht für $f = 2$ speziell, sondern gleichmäßig für alle f. Dies bringt uns weiter zu dem Satze, daß das Verhältnis der Kurvenabstände von der Abszissenachse, gemessen in der Richtung der Ordinatenachse, an jeder Stelle der Abszissenachse immer dasselbe bleibt. Durch diese Überlegungen werden wir nun in die Lage versetzt, den Einfluß, den die Mechanisierung auf das Kraftinteresse ausübt, einer allgemeinen Prüfung zu unterziehen. Wir sahen, daß die Kurven konstanter Mechanisierungsquotienten nach bestimmter Gesetzmäßigkeit mit wachsendem m immer näher zusammenrücken, und wir fanden z. B., daß die gegenseitigen Abstände der Kurven für $m = 0$; $m = 0{,}2$; $m = 0{,}5$, $m = 1$; $m = 2$; $m = 5$; $m =$ unendlich, in Richtung der Ordinatenachse

gemessen, jeweils die gleichen sind; d. h. durchläuft bei konstanten Verarbeitungsquotienten der Mechanisierungsquotient die genannten Werte in der angegebenen Reihenfolge, so nimmt das Kraftinteresse jedesmal um den gleichen Betrag zu. Dies bedeutet: Wenn man bei gleichbleibendem Verarbeitungsquotienten das Interesse an billiger Kraft um einen bestimmten Betrag steigern will, so brauchen wir den Mechanisierungsquotienten z. B. einerseits nur von 0,2 auf 0,5 zu erhöhen, anderseits aber, im Grenzfalle, müssen wir von 5,0 auf unendlich gehen, ein Beispiel, das kraß beweist, wie wenig Einfluß eine Veränderung des Mechanisierungsquotienten bei an und für sich schon hohem *m* hat.

Wenn also ein Unternehmen an und für sich schon einen hohen Mechanisierungsquotienten besitzt (Kraftkosten groß, Lohnkosten klein), so wird eine Vergrößerung des Mechanisierungsquotienten sehr wenig Einfluß auf das Kraftinteresse haben und zwar um so weniger, je mehr Rohmaterialien es verarbeitet, d. h. wenn der Verarbeitungsquotient groß ist.

§ 8. Die kritische Kurve.

Wir gehen jetzt dazu über, die Grenze zwischen dem überwiegenden Einfluß des Mechanisierungsquotienten und dem des Verarbeitungsquotienten festzulegen. Wie schon gesagt, kann dies durch freies Denken unmöglich geschehen. Um diese Grenze zu finden, sind weitere rein mathematische Überlegungen nötig, und um diese möglich zu machen, muß zunächst ein neues Diagramm gezeichnet werden, das den Mechanisierungs- und den Verarbeitungsquotienten als Variable, das Interesse an billiger Kraft als konstante Größe enthält.

Dies nennen wir das Diagramm der Isointeressaren (Fig. 2 S. 34). Auf der Ordinatenachse wird hier der Mechanisierungsquotient, auf der Abszissenachse der Verarbeitungsquotient aufgetragen. Zu verschiedenen Werten des Interesses an billiger Kraft wird nun eine eigene Kurve gezeichnet, die uns angibt, welche Werte des Mechanisierungs- und Verarbeitungsquotienten zusammenwirkend eben das angenommene Interesse an billiger Kraft ergeben. Die Konstruktion der Kurven geschieht in folgender Weise. Wir benutzen das Diagramm der Kurven konstanter Mechanisierungsquotienten. Wir wollen wissen, welche verschiedenen zusammengehörenden Werte des Mechanisierungs- und Verarbeitungsquotienten ein bestimmtes Interesse an billiger Kraft ergeben. Um eine der Isointeressaren zu finden, ziehen wir im ersten Diagramme

eine Parallele zur Abszissenachse, und zwar in dem Abstand von dieser, welcher der gewünschten Höhe des momentan betrachteten Interesses an billiger Kraft entspricht. Diese Parallele, die überhaupt nichts anderes vorstellt als eine Übertragung einer der Isointeressaren in das alte Dia-

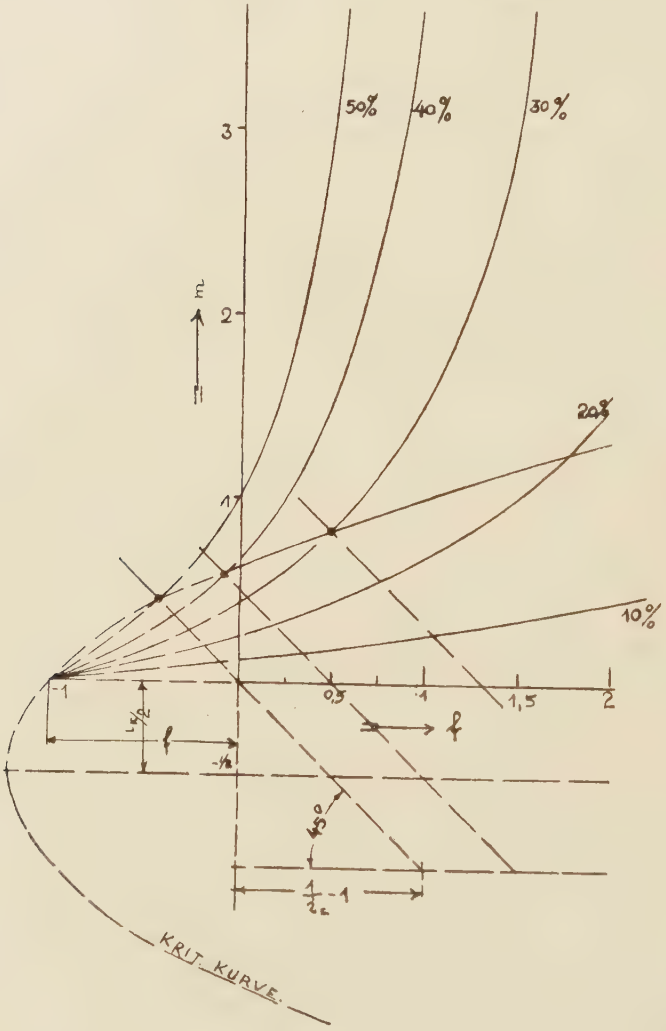

Fig. 2.

gramm, schneidet nun die Kurven konstanter Mechanisierungsquotienten an verschiedenen Stellen. An jedem dieser Schnittpunkte hat also der Mechanisierungsquotient den Wert, den die geschnittene Kurve angibt; außerdem besagt seine Abszisse, wie groß für ihn der Verarbeitungs-

quotient ist. Nunmehr haben wir nur für jede der Isointeressaren im neuen Diagramme Punktreihen einzuzeichnen, wobei jeder Punkt als Ordinate bzw. als Abszisse die auf obige Weise bestimmten Werte hat. Verbinden wir nun die zusammengehörenden Punkte je durch eine Kurve, so erhalten wir die Isointeressaren im neuen Diagramm.

Im Diagramm der Kurven für konstante Mechanisierung stellen sich die Isointeressaren ebenso wie im ersten als Parallele zur Abszissenachse dar.

Umgekehrt würden die Kurven für konstante Mechanisierung im Isointeressarendiagramm als Parallele zur Abszissenachse erscheinen, die Kurven für konstanten Verarbeitungsquotienten als Parallele zur Ordinatenachse.

Das Gebiet, in dem der Einfluß der Mechanisierung auf das Interesse an billiger Kraft überwiegt über den des Verarbeitungsquotienten und umgekehrt, wird hier bereits bedeutend klarer. So wird man z. B. im oberen Teil des Diagramms, wenn man den Verarbeitungsquotienten zunehmen läßt, sehr rasch von einer Kurve zur andern gelangen, d. h. das Interesse an billiger Kraft nimmt hier mit wachsendem Verarbeitungsquotienten sehr schnell ab. Läßt man anderseits den Mechanisierungsquotienten in diesem Teile des Diagrammes variieren und hält dabei den Verarbeitungsquotienten konstant, so werden auch bei großer Veränderung keine Kurven merklich höheren Interesses an billiger Kraft erreicht. Umgekehrt verhält es sich, wenn wir uns im unteren Teile des Diagrammes befinden, in dem die Kurven mehr horizontal verlaufen. Aber auch hier ist es nicht ohne weiteres möglich, die Grenze des überwiegenden Einflusses der einen Größe zu fixieren, doch bietet uns das Diagramm die Gelegenheit zu weiteren Überlegungen, die uns dann unserem Zweck einfach genug erreichen lassen.

a) Mathematische Betrachtungen.

Denken wir uns ein System von Kurven, ähnlich dem der Isointeressaren, und bezeichnen wir die Koordinaten mit x und y, so können wir folgende Überlegungen anstellen. Befinden wir uns auf einem steilansteigenden Kurvenast und folgen dessen Verlauf, so finden wir, daß die Abszissen der einzelnen Kurvenpunkte nur wenig, die Ordinaten derselben hingegen stark voneinander verschieden sind. Dies führt uns auf den Schluß, daß es umgekehrt leichter ist, durch alleinige Veränderung der Abszissenwerte auf andere Kurven zu gelangen, als durch alleinige Veränderung der Ordinatenwerte, was ja klar ist, da die Kurve

sich mehr der Richtung der Ordinatenachse nähert als der Abszissenachse.

Befinden wir uns auf einem mehr horizontal verlaufenden Stück einer Kurve, so finden wir die Rollen von x und y in der betrachteten Hinsicht vertauscht.

Befinden wir uns an einer Stelle, an der die Kurve unter 45° gegen die Abszissenachse ansteigt, und gehen wir auf eine unendlich benachbarte Kurve über, so finden wir, daß Abszisse und Ordinate sich um unendlich kleine, gleich große Beträge geändert haben. Umgekehrt können wir wieder sagen, daß es an dieser Stelle gleich leicht durch Veränderung von x wie von y allein möglich ist, von einer Kurve auf eine unendliche benachbarte zu gelangen.

Auf unseren speziellen Fall angewendet, heißt das: In den Punkten, in denen die Isointeressaren unter einem Winkel von 45° ansteigen, ist der Einfluß einer Veränderung des Mechanisierungsquotienten auf das Interesse an billiger Kraft gleich groß wie der einer Veränderung des Verarbeitungsquotienten.

Haben wir auf allen eingezeichneten Isointeressaren diesen kritischen Punkt gefunden, so können wir alle diese kritischen Punkte durch eine neue, die kritische Kurve verbinden, welche das Gebiet vorwiegenden Einflusses der Mechanisierung scheidet von dem vorwiegenden Einfluß der Verarbeitungsfähigkeit.

Um die Gleichung dieser Kurve aufzustellen, gehen wir aus von der Gleichung für die Isointeressaren, welche ihrerseits hervorgeht aus der Gleichung für das Interesse an billiger Kraft, die wir früher S. 30 erhalten haben.

Sie lautet:
$$i_k = \frac{m}{(1+m)\,(1+f)} \quad \ldots\ldots \quad \text{(XV)}$$

i_k ist in unserem Falle konstant. Benennen wir mit Rücksicht auf die gleich durchzuführenden Rechnungen das m mit y, das f mit x, so erhalten wir die Gleichung der Isointeressaren, nämlich:

$$i_k = \frac{y}{(1+y)\cdot(1+x)}$$

oder durch einfache Umformung:

$$y = \frac{i_k\,(1+x)}{1 - i_k\,(1+x)}.$$

Uns interessiert nun an jeder Kurve die Stelle, an der ihre Tangente unter 45° gegen die Abszissenachse geneigt ist. Die Neigung wird

nach den Regeln der Differentialrechnung festgestellt durch die erste Ableitung von y nach x. y haben wir ausgedrückt als Quotienten, dessen Zähler und Nenner Funktionen von x sind. Bezeichnen wir den Zähler mit u, den Nenner mit v, so gilt:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{d\left(\frac{u}{v}\right)}{dx} = \frac{v \cdot \frac{du}{dx} - u \cdot \frac{dv}{dx}}{v^2},$$

dabei ist:

$$u = i_k \cdot (1 + x) \quad \ldots \quad \frac{du}{dx} = + i_k.$$

$$v = 1 - i_k (1 + x) \ldots \frac{dv}{dx} = - i_k.$$

Dies, oben eingesetzt, gibt:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\{1 - i_k (1 + x)\} i_k + i_k^2 (1 + x)}{\{1 - i_k (1 + x)\}^2}.$$

Der Neigungswinkel der Tangente mit der Abszissenachse wird im Gegenuhrzeigersinne gemessen und mit α bezeichnet.

Für $\alpha = 45^0$ gilt $\operatorname{tg} \alpha = 1$.

Da $\frac{dy}{dx} = \operatorname{tg} \alpha$, so folgt: $i_k = \{1 - i_k (1 + x)\}^2$

$$\sqrt{i_k} = \{1 - i_k (1 + x)\} = 1 - i_k - i_k \cdot x$$

$$x = \frac{1 - \sqrt{i_k} - i_k}{i_k} = \frac{1 - \sqrt{i_k}}{i_k} - 1;$$

$$1 + x = \frac{1 - \sqrt{i_k}}{i_k}.$$

Oben hatten wir gefunden: $y = \frac{i_k (1 + x)}{1 - i_k (1 + x)}$.

Für $(1 + x)$ den gefundenen Wert eingesetzt gibt:

$$y = \frac{i_k \cdot \frac{1 - \sqrt{i_k}}{i_k}}{1 - i_k \frac{1 - \sqrt{i_k}}{i_k}} = \frac{1 - \sqrt{i_k}}{1 - 1 + \sqrt{i_k}} = \frac{1 - \sqrt{i_k}}{\sqrt{i_k}}.$$

Damit ist für jede der Isointeressaren die Abszisse des kritischen Punktes bestimmt. — Für die Ordinate hatten wir schon früher gefunden:

$$x = \frac{(1 - \sqrt{i_k}) - i_k}{i_k} = \frac{1 - \sqrt{i_k}}{i_k} - 1 = \frac{1 - \sqrt{i_k}}{\sqrt{i_k}} \cdot \frac{1}{\sqrt{i_k}} - 1.$$

$$x = \frac{y}{\sqrt{i_k}} - 1.$$

Oben hatten wir $y = \frac{1 - \sqrt{i_k}}{\sqrt{i_k}}$.

Daraus $y \cdot \sqrt{i_k} = (1 - \sqrt{i_k})$.

$$\sqrt{i_k} = \frac{1}{1 + y}.$$

Dieser Wert für $\sqrt{i_k}$ in die letzte Gleichung für x eingesetzt:

$$x = y \cdot (y + 1) - 1; \quad \text{oder}$$

$$\underline{x = y^2 + y - 1.}$$

Damit haben wir die Gleichung der kritischen Kurve erhalten. Nach den Regeln der Diskussion ebener Kurven finden wir, daß die kritische Kurve eine Parabel ist. Um diese leicht konstruieren zu können, bringen wir sie auf die Form: $y^2 = x$.

Führen wir eine einfache Koordinatentransformation durch, so finden wir $x' = x + 1\frac{1}{4}$ und $y' = y + \frac{1}{2}$ und erhalten $y'^2 = x'$.

Also hat der Scheitel der Parabel die Koordinaten: $x = -1\frac{1}{4}$, $y = -\frac{1}{2}$.[1])

Jetzt bleibt uns noch die Übertragung der kritischen Kurve in die beiden früheren Diagramme.

Dies ist in sehr einfacher Weise auszuführen, indem wir die einzelnen kritischen Punkte übertragen. Die Ordinate eines kritischen Punktes finden wir immer in dem i_k, das zu den entsprechenden Isointeressaren gehört, die Abszisse finden wir in dem f bzw. m, die zu jedem

[1]) Bei näherer Betrachtung des Kurvenbildes kamen wir zur Vermutung, daß die kritischen Punkte gleichzeitig die stärkster Krümmung der Isointeressaren seien, untersuchten daraufhin die Gleichung der letzteren und fanden, daß die Isointeressaren Hyperbeln sind, deren rechtwinkliges Achsensystem unter 135° gegen das bisherige verdreht ist. Die Mittelpunkte der Hyperbeln liegen auf der Parallelen zur x-Achse, die den Abstand -1 von ihr hat, und ihre Abszisse hat jeweils den Wert $x = \frac{1}{i_k} - 1$, also liegen die Hyperbeln um so weiter nach rechts, je kleiner das zugehörige i_k ist, was aus einer Betrachtung der Figur auch ohne weiteres klar ist. Der kritische Punkt jeder Kurve ist jeweils identisch mit ihrem Scheitel.

Nebenbei sei bemerkt, daß wir für $i_k = 1$ als Isointeressaren-Grenzwert einen auf der y-Achse im Unendlichen liegenden Punkt erhalten.

kritischen Punkt im Isointeressarendiagramm gehörten. Verbinden wir die zusammengehörigen Punkte, so erhalten wir die kritische Kurve in den beiden Diagrammen, die natürlich hier nichts anderes besagt als in ihrem Mutterdiagramm, aber zur Klärung der Beziehungen doch wesentlich beiträgt.

b) Wirtschaftliche Betrachtungen.

Nun zu den wirtschaftlichen Folgerungen aus dem Obigen; wir können sagen, daß ein Betrieb, dessen Interesse an billiger Kraft auf der Seite der kritischen Kurve liegt, die einem stärkeren Einfluß des Mechanisierungsquotienten entspricht, jenes Interesse leichter dadurch herabsetzen, mit anderen Worten, sich dadurch gegen die Höhe der Kraftkosten indifferenter machen kann, daß er rationellere Kraftmaschinen einführt, als durch Vergrößerung des Verarbeitungsquotienten; umgekehrt kann das Interesse an billiger Kraft, wenn es auf der anderen Seite der kritischen Kurve liegt, dadurch herabgesetzt werden, daß man den Verarbeitungsquotienten vergrößert, also z. B. durch Vergrößerung der verarbeiteten Rohmaterialmengen, mittels Einführung besserer Arbeitsmaschinen. Angenommen also, es steigen die Kohlenpreise und damit auch, unter sonst gleichbleibenden Umständen, überall das Interesse an billiger Kraft, dann wäre es das allgemeine Ziel, dieses Interesse von einer anderen Seite her wieder herabzudrücken; um dieses Ziel zu erreichen, also den üblen Einfluß der Steigerung in den Kohlenpreisen auf den Wirtschaftserfolg zu paralysieren, müßte die eine Art von Betrieben bessere Kraft-, die andere bessere Arbeitsmaschinen einführen. Meistens wird ja allerdings die Veränderung des Mechanisierungsquotienten mit einer Veränderung des Verarbeitungsquotienten Hand in Hand gehen, doch kann man immerhin auf eine der beiden Größen besonderes Gewicht legen. In der Nähe der kritischen Kurve wird ein Unterschied in der Einwirkung der beiden Größen auf das Interesse an billiger Kraft kaum zu konstatieren sein. Betriebe, die nach ihrer ganzen Art an diesen Stellen des Kurvenbildes ihren Platz fänden, hätten also die freie Wahl, ob sie sich, gemäß dem obigen Beispiele, durch die Einstellung besserer Kraft- oder besserer Arbeitsmaschinen mit der Steigerung des Kohlenpreises abfinden wollen. Natürlich führt in jedem einzelnen Falle der Praxis zu solchen Entscheidungen der gerade Weg der Kalkulation. Es ist aber der Beruf einer theoretischen Untersuchung, das Wechselspiel der Größen im allgemeinen aufzudecken, wodurch es auch erfaßlich wird, wieso auf den gleichen äußeren Anlaß hin die Kal-

kulation zu ganz verschiedenen Entscheidungen führt, je nach der Art der Betriebe, hinsichtlich der Beziehungen zwischen ihren Kostenelementen.

§ 9. Das Interesse an billiger Arbeit und das Interesse an billigem Rohmaterial.

Wir haben in den vorhergehenden Paragraphen das Interesse an billiger Kraft ganz isoliert betrachtet und haben uns gar nicht um die übrigen Interessen gekümmert. Wir müssen dies jetzt nachholen, um die Bedeutung des Kraftinteresses voll zu erfassen. Wir wissen, daß für den »isolierten« Prozeß, den wir ja betrachten, die Summe aus Interesse an billiger Kraft, Interesse an billigem Rohmaterial und Interesse an billiger Arbeit jeweils 100% ausmachen muß. In dem Maße nun, als das Kraftinteresse sinkt, was, wie wir jetzt wissen, und in unserem Diagramm (siehe Figuren im Anhange) deutlich zum Ausdruck kommt, dadurch bewirkt werden kann, daß der Verarbeitungsquotient steigt und der Mechanisierungsquotient sinkt, muß die Summe aus Arbeits- und Rohmaterialinteresse natürlich steigen und umgekehrt. In welcher Weise dieses Steigen und Sinken vor sich geht, soll nun auch noch klar werden. Wir werden daher, ähnlich wie wir es bisher mit dem Interesse an billiger Kraft taten, zunächst das Interesse an billiger Arbeit und das Interesse an billigem Rohmaterial gesondert besprechen, um uns dann später, mit den nötigen Erkenntnissen ausgerüstet, über die Wechselbeziehungen der verschiedenen Interessen Klarheit zu verschaffen.

1. Das Interesse an billiger Arbeit.

Die Größe des Arbeitsinteresses ist durch den Quotienten

$$\frac{\text{Arbeitskosten}}{\text{Kraftkosten} + \text{Lohnkosten} + \text{Materialkosten}}$$

bestimmt, während das Interesse an billiger Kraft gegeben war durch den Quotienten $\frac{\text{Kraftkosten}}{\text{Kraftkosten} + \text{Lohnkosten} + \text{Materialkosten}}$.

Folglich wird sich das Kraftinteresse zum Arbeitsinteresse genau so verhalten, wie die Kraftkosten zu den Lohnkosten, oder, was dasselbe ist:

$$\frac{\text{Kraftinteresse}}{\text{Arbeitsinteresse}}$$

ist gleich dem Mechanisierungsquotienten. Daher wird das Arbeitsinteresse gegeben sein durch den Quotienten

$$\frac{\text{Interesse an billiger Kraft}}{\text{Mechanisierungsquotient}}$$

$\left(\text{in Zeichen: } i_a = \frac{i_k}{m}\right)$. Wir können also immer, wenn wir für ein industrielles Unternehmen das Interesse an billiger Kraft kennen, sofort das Interesse an billiger Arbeit rechnerisch ermitteln. Hat also eine Industrie z. B. bei einem Mechanisierungsquotienten $m = 2$ ein Interesse an billiger Kraft $i_k = 50\%$, so folgt, daß ihr Interesse an billiger Arbeit gleich ist $\frac{50}{2} = 25\%$, oder man kann auch sagen, das Interesse an billiger Arbeit ist für $m = 2$ genau so groß wie das Interesse an billiger Kraft, wenn m gleich wäre $^1/_2$.

Diese Betrachtungen können wir ohne weiteres in unser Diagramm übertragen. Wir sahen, daß das Interesse an billiger Arbeit bei konstant gehaltenem Verarbeitungsquotienten jeweils nur vom Mechanisierungsquotienten abhängt und zwar in der Weise, daß das Arbeitsinteresse genau so groß ist wie das Kraftinteresse, wenn wir statt dem wirklich herrschenden Mechanisierungsquotienten seinen reziproken Wert einführen, also $\frac{1}{m}$ statt m. Daraus geht nun hervor, daß das für das Interesse an billiger Kraft gezeichnete Kurvenbild ohne weiteres auch die Kurven des Interesses an billiger Arbeit enthält, wenn wir unter den Kurven für konstante Mechanisierungsquotienten Kurven für konstanten reziproken Mechanisierungsquotienten verstehen $\left(\text{also } \frac{A \cdot a}{K \cdot k} \text{ statt } \frac{K \cdot k}{A \cdot a}\right)$ und wir uns an der Ordinate das Interesse an billiger Arbeit statt des Interesses an billiger Kraft aufgetragen denken.

Aus der Betrachtung dieses gedanklich umgestalteten Diagrammes (in der Figur im Anhange durch eckige Klammern ersichtlich gemacht) ergibt sich, daß das Interesse an billiger Arbeit mit steigendem Mechanisierungs- und Verarbeitungsquotienten sinken muß.

Der Einfluß einer Änderung des Mechanisierungs- und Verarbeitungsquotienten auf das Interesse an billiger Arbeit wird sich kurz folgendermaßen darstellen lassen: Hat ein Betrieb einen an und für sich schon niederen Mechanisierungsquotienten $\left(\frac{1}{m} \text{ groß}\right)$, so wird eine Vergrößerung

dieses Mechanisierungsquotienten sehr wenig Einfluß auf das Arbeitsinteresse haben, und zwar um so weniger, je größer sein Verarbeitungsquotient ist.

Aus der auf S. 32 erfolgten Überlegung über die Gesetzmäßigkeiten in den einzelnen Kurvenabständen ergibt sich nun die Tatsache, daß die Kurven konstanter Mechanisierungsquotienten und die ihnen zugeordneten Kurven mit konstantem reziproken Mechanisierungsquotienten von der Kurve, für welche der Mechanisierungsquotient gleich 1 ist, gleiche Vertikalabstände haben. Daraus ergibt sich nun für uns die Möglichkeit, im Diagramme sofort, ohne Rechnung, zu jedem beliebigen Kraftinteresse das entsprechende Arbeitsinteresse zu finden. Wenn wir nämlich das Interesse an billiger Kraft in einem Punkte einer Kurve gefunden haben, die einem bestimmten Mechanisierungsquotienten entspricht, so finden wir das Interesse an billiger Arbeit, indem wir in diesem Kurvenpunkte eine Normale zur Abszissenachse ziehen, den Abstand zwischen den Kurvenpunkt und $m = 1$ Kurve in den Zirkel nehmen und von der $m = 1$ Kurve aus auf der bewußten Normalen nach $\frac{\text{aufwärts}}{\text{abwärts}}$ auftragen, je nachdem der Kurvenpunkt $\frac{\text{unterhalb}}{\text{oberhalb}}$ der $m = 1$ Kurve liegt. Die nun zu diesem auf der Normalen so ermittelten Punkte gehörende Ordinate gibt uns direkt das Interesse an billiger Arbeit.

Zur besseren Erklärung sei das Verfahren an dem obigen Beispiel gezeigt (vgl. Figur im Anhang): Dem Punkte K entspricht ein Kraftinteresse von 50% ($i_k = 0{,}5$) und der Mechanisierungsquotient 2. Das dazugehörende Interesse an billiger Arbeit wird folgendermaßen gefunden: Normale durch K gezogen; Abstand $M\,K$ in den Zirkel genommen und von M aus nach abwärts aufgetragen; dies ergibt Punkt A, der, wie wir sehen, auf der der Kurve konstanten Mechanisierungsquotienten ($m = 2$) entsprechenden Kurve konstanten reziproken Mechanisierungsquotienten ($m = 0{,}5$) liegt. Die Ordinate $N\,A$ gibt uns dann maßstäblich die Größe des Interesses an billiger Arbeit, in unserem Falle $i_a = 25\%$.

2. Das Interesse an billigem Rohmaterial.

Ganz anders als beim Interesse an billiger Arbeit werden sich die Verhältnisse beim Interesse an billigem Rohmaterial gestalten. Während wir beim ersteren eine Abhängigkeit vom Verarbeitungs- und Mechanisierungsquotienten feststellen konnten, ergibt hier die Tatsache, daß die Rohmaterialkosten nur im Verarbeitungsquotienten erscheinen, daß

daher eine Veränderung der Rohmaterialkosten nie und nimmer eine Veränderung des Mechanisierungsquotienten auslösen wird; diese Tatsache ergibt den Schluß, daß die Größe des Interesses an billigem Rohmaterial, dargestellt durch den Quotienten

$$\frac{\text{Rohmaterialkosten}}{\text{Rohmaterialkosten} + \text{Kraftkosten} + \text{Lohnkosten}},$$

einzig und allein von einer Veränderung des Verarbeitungsquotienten abhängig ist. Es wird also jedem bestimmten Verarbeitungsquotienten ein ganz bestimmtes Interesse an billigem Rohmaterial zugeordnet sein, wobei es auf die Größe des Mechanisierungsquotienten gar nicht ankommt. Da nun das Interesse an billiger Arbeit und das an billiger Kraft mit steigendem Verarbeitungsquotienten sinkt, so muß das Interesse an billigem Rohmaterial mit steigendem Verarbeitungsquotienten natürlich wachsen, und zwar wird die Größe der Zunahme jeweils gleich sein der Summe aus den Abnahmen des Kraft- und Arbeitsinteresses. Daraus folgt für uns gleichzeitig der Schluß, daß für jeden bestimmten Verarbeitungsquotienten die Summe aus Kraft und Arbeitsinteresse einen ganz bestimmten Wert hat, und in unserem Diagramme durch die Vertikaldifferenz zwischen oberer ($m = \infty$, resp. $[m = \infty]$) und unterer Grenzkurve ($m = 0$ resp. $[m = 0]$) gegeben ist. Tragen wir nun zu jedem f die Differenz zwischen 100% und der Summe aus Kraft- und Rohmaterialinteresse in unserer Figur nach oben ab, so gibt uns die Ordinate dieses Punktes direkt die Größe des Rohmaterialinteresses an. Die Verbindungslinie aller dieser Punkte ergibt die Kurve des Interesses an billigem Rohmaterial. Sie ermöglicht es uns, zu jedem beliebigen Kraft- oder Arbeitsinteresse sofort das Interesse an billigem Rohmaterial aufzufinden. Man braucht nur durch den entsprechenden Punkt (z. B. K) wie früher bei der Ermittelung des Arbeitsinteresses eine Vertikale zu legen und den Schnittpunkt mit der Kurve billigen Rohmaterials aufzusuchen (A). Dann gibt die Ordinate dieses Punktes ($\overline{A\,N}$) sofort die maßstäbliche Größe des Rohmaterialinteresses an, vorausgesetzt natürlich, daß die Kurve im selben Maßstabe wie die übrigen Kurven gezeichnet wurden.

§ 10. Die Wechselwirkung zwischen den verschiedenen Interessen.

Nachdem nun die einzelnen Interessen definiert sind und ihre Abhängigkeit vom Verarbeitungs- und Mechanisierungsquotienten im einzelnen festgelegt ist, sind wir auch in der Lage, die Wechselwirkungen

zwischen den Interessen zu erkennen, denn eine Veränderung eines Interesses hat Veränderungen der einen oder der beiden Hilfsgrößen zur Bedingung, welche dann ihrerseits wieder die andern Interessen beeinflussen.

Jedenfalls ist sicher, daß ein Steigen eines Interesses immer ein Sinken der Summe der beiden anderen Interessen zur Folge haben wird, denn, wie schon des öfteren erwähnt wurde, muß die Summe von allen dreien immer 100% sein, oder, allgemein gesagt: Wenn ein Interesse sich ändert, dann ändert sich die Summe der beiden andern in entgegengesetztem Sinne und zwar um denselben Betrag. Wie sich aber die Änderung auf die beiden Interessen verteilt, läßt sich von vornherein nicht angeben. So können z. B. Wechselwirkungen zwischen dem Interesse an billiger Kraft und dem Interesse an billiger Arbeit allein stattfinden, wenn dabei f konstant erhalten bleibt, da ja einem Werte des Verarbeitungsquotienten nur immer ein Wert des Interesses an billigem Rohmaterial entspricht, zumal wir für dieses Interesse nur eine Kurve haben. — Lassen wir jetzt das Kraftinteresse ungeändert, d. h. lassen wir den betrachteten Punkt im Diagramme auf einer Horizontalen sich bewegen, so wird die dadurch bedingte Änderung des Interesses an billiger Arbeit gleich und entgegengesetzt sein der des Interesses an billigem Rohmaterial, die wir der Rohmaterialkurve ohne weiteres entnehmen können. Dies bedingt die Tatsache, daß sich in unserem Kurvenbilde das Interesse an billiger Arbeit in diesem Falle auf einer spiegelbildlich zur Rohmaterialkurve gelegenen, dieser kongruenten Kurve bewegt.

Haben wir so die möglichen Wirkungen einer Größe auf die beiden anderen festgelegt, so kommen wir weiter zu der Frage, welches Interesse in den einzelnen Teilen des Diagrammes überwiegt. Betrachten wir z. B. auf der Kurve m = unendlich den Punkt $f = 0$, so finden wir ein Kraftinteresse von 100%; also sind die anderen beiden gleich Null, und damit der Schluß leicht, daß das erstere hier das größte von den dreien ist. An weniger extremen Stellen sind aber solche Überlegungen nicht mehr ohne weiteres möglich. Aber auf einem anderen Wege können wir die hier vorliegenden Gesetzmäßigkeiten sehr übersichtlich darstellen.

Wir betrachten erst nur je zwei von den drei in Betracht kommenden Größen und scheiden die Gebiete, in denen eine von ihnen immer größer ist als die andere.

Betrachten wir zuerst das Interesse an billiger Kraft und das Interesse an billiger Arbeit.

Hier liegt der Fall äußerst einfach. Denn es ist ja natürlich immer mehr Interesse an Verbilligung d e r Größe vorhanden, die einen größeren absoluten Wert hat. Ob aber die Kraftkosten oder die Lohnkosten jeweils größer sind, gibt uns der Mechanisierungsquotient an; ist der letztere größer als eins, so sind die Kraftkosten größer und umgekehrt. Somit wissen wir, daß an allen den Stellen, an denen der Mechanisierungsquotient größer als eins ist, das Kraftinteresse über das Arbeitsinteresse überwiegt, daß hingegen an Stellen mit $m < 1$ das Arbeitsinteresse größer ist. Die Scheidelinie ist somit die Kurve $m = 1$, die wir daher auch als Grenzkurve für den überwiegenden Einfluß einer der beiden Größen auffassen können. Ober ihr ist das Kraftinteresse größer, unter ihr das Arbeitsinteresse.

Dann können wir die Linie feststellen, auf der das Interesse an billiger Kraft und das Interesse an billigem Rohmaterial gleich groß ist. Betrachten wir unsere Figur. Für ein bestimmtes f gibt es nur einen Wert für das Rohmaterialinteresse, den uns die Rohmaterialkurve jeweils angibt. Derselbe Kurvenpunkt gibt uns natürlich auch das gleichgroße Interesse an billiger Kraft an, da ja der Maßstab derselbe ist. Solange also die Rohmaterialkurve unterhalb der oberen Grenzkurve (m = unendlich) verläuft, ist sie gleichzeitig die Linie, auf der das Kraft- und das Rohmaterialinteresse gleich groß sind. Liegt ein Punkt unter ihr, so ist sein Kraftinteresse kleiner als der Wert, den die Kurve angibt; sein Rohmaterialinteresse bestimmt nach wie vor die Kurve; also ist das Rohmaterialinteresse größer. Gehen wir über den Wert von f hinaus, bei dem die Kurve des Interesses an billigem Rohmaterial die m = unendlich-Kurve schneidet, so können wir natürlich keinen Punkt der Grenzkurve mehr feststellen, denn der Wert, den die i_r-Kurve verlangt, kann das Interesse an billiger Kraft nicht erreichen, dessen maximalen Wert die m = unendlich-Kurve bestimmt. Außerhalb von $f = 1$, wo die i_r-Kurve die m = unendlich-Kurve schneidet, liegt also das Gebiet, in dem das Rohmaterialinteresse unbedingt größer ist als das Kraftinteresse. Selbstverständlich ist hier auch das Rohmaterialinteresse größer als das Interesse an billiger Arbeit, da für ein bestimmtes f der maximal mögliche Wert des Arbeitsinteresses gleich dem maximal möglichen Wert des Kraftinteresses ist.

Es erübrigt jetzt noch, die Grenze zwischen dem überwiegenden Einfluß des Arbeitsinteresses und dem des Rohmaterialinteresses festzulegen.

Hätten wir Kurven für »konstante reziproke Mechanisierungsquotienten« an Stelle der Kurven »konstanter Mechanisierungsquoti-

enten«, also das auf S. 41 erwähnte Diagramm für das Interesse an billiger Arbeit, so gäbe uns die Rohmaterialkurve auch gleichzeitig die Linie an, an der das Interesse an billigem Rohmaterial und das Interesse an billiger Arbeit gleich wäre. Da uns aber hier die Ordinatenwerte nicht i_a sondern i_k angeben, müssen wir an Stelle des Arbeitsinteresses solche Werte des Kraftinteresses auftragen, zu denen Werte des Arbeitsinteresses gehören, die so groß sind wie die Rohmaterialkurve angibt. Haben wir also einen bestimmten Punkt der Rohmaterialkurve ($f < 1$), so gehört zu diesem ein Punkt, dessen Arbeitsinteresse gleich ist dem Rohmaterialinteresse. Dieser Punkt wird konstruktiv gefunden, indem wir die auf S. 42 besprochene Konstruktion ausführen, nur daß wir i_k suchen und von i_a ausgehen.

Wir tragen also den vertikalen Abstand, den der betrachtete Punkt der Rohmaterialkurve von der $m = 1$ Kurve hat, von letzterer nach oben bzw. nach unten auf und finden so einen Punkt, dessen Ordinate das gesuchte i_k ist. Nach Bestimmung beliebig vieler solcher Punkte können wir die Grenzkurve zeichnen[1]).

Kombinieren wir nun die Resultate der letzten Betrachtungen, so sind wir am Ziele.

Oberhalb der ersten Grenzkurve liegt das Gebiet, in dem das Interesse an billiger Kraft größer ist als das an billiger Arbeit. Oberhalb der zweiten Grenzkurve liegt das Gebiet, in dem das Interesse an billiger Kraft größer ist als das an billigem Rohmaterial. Folglich ist das Gebiet, das oberhalb beider Grenzkurven gelegen ist, dasjenige, in dem das Interesse an billiger Kraft sowohl größer ist als das Interesse an billiger Arbeit, wie auch größer als das Interesse an billigem Rohmaterial. In diesem Gebiet ist also das Kraftinteresse das größte.

---

[1]) Für den an mathematisches Denken Gewöhnten wird sich diese Überlegung viel klarer und einfacher darstellen lassen: Die Grenzkurve zwischen dem überwiegenden Einfluß des Rohmaterialinteresses und dem des Arbeitsinteresses wird nämlich dort sein, wo $i_r = i_a$. Für i_a und i_r gelten nun folgende Beziehungen:

$$i_a = \frac{1}{(1+m)(1+f)}$$

$$i_r = \frac{f}{1+f}.$$

Da nun $\frac{i_a}{i_r} = \frac{1}{f(1+m)}$, so wird i_a dann gleich sein i_r, wenn $\frac{1}{f(1+m)} = 1$ ist, oder wenn $f(1+m) = 1$ ist. Dies ist die Gleichung der Grenzkurve, die so leicht konstruiert werden kann.

Unterhalb der ersten und dritten Grenzkurve erhalten wir analog das Gebiet, in dem das Interesse an billiger Arbeit das größte ist.

Im Rest des Diagrammes ist das Interesse an billigem Rohmaterial das größte.

In einem Punkte stoßen die drei Diagrammteile zusammen. In ihm müssen die drei Interessen gleich groß sein; plausiblerweise erhalten wir hier für jedes Interesse $i_k = i_r = i_a = 33{,}33\%$.

Kennen wir nun von einem industriellen Unternehmen die nötigen Bestimmungsgrößen, so sind wir in der Lage, für ihn einen Punkt im Diagramm eindeutig zu bestimmen. Je nachdem nun dieser Punkt in einem Teil des Diagrammes liegt, in dem das Interesse an billiger Kraft oder billiger Arbeit oder billigen Rohmaterials das größte von den dreien ist, können wir sagen, der Betrieb ist kraft-, arbeits-, rohmaterial-interessiert, da ja sein Hauptinteresse daran liegt, eben die Kosten für Kraft oder Arbeit oder Rohmaterial herunterzudrücken.

Der Begriff »kraftinteressiert« ist keinesfalls zu verwechseln mit »kraftorientiert«, im Sinne Alfred Webers. Ein Unternehmen, das »kraftorientiert« ist, hat seinen Standort eben schon so gewählt, daß sein Interesse an billiger Kraft keinen eminenten Wert annimmt; man kann also sagen, daß für ein »kraftorientiertes« Unternehmen das unter durchschnittlichen Verhältnissen große Interesse an billiger Kraft maßgebend war für die Wahl seines Standortes. Wir werden später noch darauf zurückzukommen haben.

§ 11. Historischer Überblick.

Bevor wir zur Anwendung dieser Ergebnisse auf praktische Überlegungen übergehen, wollen wir noch in einem kurzen geschichtlichen Überblick betrachten, wie sich die behandelten Größen im Laufe der industriellen Entwicklung geändert haben.

Vor Einführung der Dampfmaschinen und der anderen Wärmekraftmotoren können wir im ganzen von einer kraftmaschinenlosen Zeit sprechen, wenn auch manche Betriebe Wasser- oder Windmotoren benutzten, die aber gegenüber der Menge verwendeter und entlohnter menschlicher Arbeitskräfte kaum in Betracht kamen. Also sind die Kraftkosten $(K \cdot k) = 0$, somit besteht auch kein Interesse an billiger Kraft. Mechanisierung in unserem Sinne ist auch gleich Null, demnach liegt das Interesse an billiger Arbeit auf der oberen Grenzkurve. Die

Größe des Interesses an billiger Arbeit ist dann einfach noch abhängig von dem Quotienten $\frac{\text{Rohmaterialkosten}}{\text{Lohnkosten}}$.

Mit Einführung der Kraftmaschinen ändert sich die Sachlage wesentlich. Die Kraft der angewendeten Maschinen ist noch verhältnismäßig gering[1]), die Arbeiterzahl groß, also ist der Mechanisierungsquotient klein. Anderseits ist aber k noch groß, d. h. die Kosten pro effektiver Pferdestärke und Jahr sind infolge des unökonomischen Arbeitens der Antriebsmaschinen noch hohe[2]). Anderseits sind die Löhne noch nieder, so daß der Mechanisierungsquotient einen ziemlich hohen Wert annimmt. Außerdem sind die Arbeitsmaschinen im Betrieb noch wenig rationell, so daß pro Gesamtkosteneinheit nur wenig Rohmaterial verarbeitet werden kann; es ist also der Verarbeitungsquotient klein. Die Folge davon ist ein hohes Interesse an billiger Kraft. Überhaupt kann man wohl sagen, daß in dieser Periode die Tendenz der Technik vorerst dahin geht, ein Interesse an billiger Kraft erst zu schaffen, welches dann aus den angeführten Gründen hohe Werte annimmt.

Endlich kommen wir zu einer Zeit der Anwendung immer stärkerer und größerer Kraftmaschinen. Das Verhältnis

$$\frac{\text{Angewendete effektive Pferdestärken}}{\text{Arbeiterzahl}}$$

steigt ständig[3]). Nicht so sehr steigt der Mechanisierungsquotient

[1]) Im Jahre 1826 besaßen die preußischen Bergwerke nur 16 Dampfmotoren mit durchschnittlich 7 Ps. In den Jahren 1879, 1899, 1904, steigt die mittlere Kraft der preußischen Dampfmaschinen von 27 auf 41, auf 55 PS (bei Berg- und Hüttenwerken auf 104 PS). Der in den Siebzigerjahren in Deutschland am meisten Arbeit verrichtende Dampfmaschinentyp hatte zwischen 20 und 100 PS. Heute liegt der Schwerpunkt der Leistung in den Klassen zwischen 100 und 500 PS. Professor Dr. E. Reyer: »Kraft«, ökon. techn. u. kulturhist. Studien über die Machtentfaltung der Staaten, Leipzig Engelmann 1908 (S. 127).

[2]) »Die älteste Cornwall-Maschine hatte 4 bis 5 kg Kohle pro Stunde und PS verbraucht, in den dreißiger Jahren wurden durchschnittlich 3 bis 4 kg Kohle gerechnet, die besten Typen jener Zeit kamen mit 2 kg aus, in jüngster Zeit wird der Kohlenverbrauch auf $^2/_3$ kg, bei den großen Gasmaschinen auf $^1/_2$ kg herabgesetzt« Dr. Reyer a. a. O.

[3]) In den vierziger Jahren mochten auf einen Industriearbeiter in den Vereinigten Staaten $^1/_3$ bis $^1/_2$ PS gekommen sein. Ende der 60er Jahre kam auf einen Industriearbeiter 1 PS, heute 2 bis 3 PS.

Im Jahre 1870 kamen auf einen Arbeiter der Papierfabriken in Amerika 3 PS; wenn der Fortschritt anhält, wie bisher, dürften 1910 auf einen Arbeiter 25 bis 30 PS entfallen. Prof. Dr. Reyer a. a. O. (S. 99 und 105).

$\frac{\text{Kraftkosten}}{\text{Lohnkosten}}$, denn die Kosten pro effektiver Pferdestärke nehmen infolge technischer Neuerungen und der Einführung ganz neuer Maschinensysteme ständig ab, anderseits sind die Arbeitslöhne ständig im Steigen begriffen[1]). Damit geht eine Verbesserung der Arbeitsmaschinen Hand in Hand, so daß der Ausdruck

$$\frac{\text{Rohmaterialkosten}}{\text{Kraftkosten} + \text{Lohnkosten}}$$

stark steigt.

Das Fazit aus dem Gesagten ist also: Es ist das Bestreben der Wirtschaft, unter allen Umständen den Verarbeitungsquotienten zu erhöhen, wobei es prinzipiell ganz gleichgültig ist, ob der Mechanisierungsquotient steigt oder fällt.

Darin wird die Wirtschaft unterstützt durch das Bestreben der Technik, einerseits die Jahresunkosten pro effektiver Pferdekraft zu verkleinern, anderseits die Zahl der effektiven Pferdestärken pro Kopf der angestellten Arbeiter zu vergrößern. Ein Blick auf die Fig. 1 zeigt uns sofort, daß mit der Realisierung dieser Bestrebungen nicht unbedingt ein Sinken des Interesses an billiger Kraft verbunden ist. Wohl aber können wir, aus dem allgemeinen Verlauf der Kurven schließend, sagen, daß die maximal möglichen Werte des Interesses an billiger Kraft mit steigendem Verarbeitungsquotienten ständig abnehmen, und daß daher das Interesse an billiger Kraft jedenfalls nicht stark ansteigen wird: Ja man kann bei Betrachtung der Fig. 2 direkt darauf schließen, daß eine Vergrößerung des Verarbeitungsquotienten höchst wahrscheinlich keine Vergrößerung des Interesses an billiger Kraft zur Folge haben wird, zumal, wenn man den geringen Einfluß des Mechanisierungsquotienten bei großen Verarbeitungsquotienten mit in Rechnung zieht. Durch diese Betrachtung scheint die schon oben erwähnte Ansicht widerlegt zu sein, daß die Kraftfrage das Wesentlichste für die moderne Industrie darstellt.

Wir glauben vielmehr, die herrschenden Verhältnisse klar darzustellen, wenn wir sagen:

[1]) In den dreißiger Jahren verhalten sich die Kosten für dieselbe Leistung von Dampfmaschine und Mensch wie 1 : 5, heute im Durchschnitt in Deutschland wie 1 : 10. Reyer a. a. O., S. 260.

Die Tendenz der Wirtschaft ist es, den Verarbeitungsquotienten zu vergrößern[1])[2]), was ihr nur mit Hilfe der Technik möglich ist, welche jeweils die einzelnen Faktoren in zweckdienlicher Weise beeinflußt. Dabei wird das Interesse an billiger Kraft steigen oder sinken, je nach der Reihenfolge, in der auf den einzelnen technischen Gebieten Fortschritte zu verzeichnen sind.

Als solche wären z. B. denkbar:

Bei gleicher Größe der Kraftanlage gelingt es, die Kraftkosten herabzusetzen. Folge: Der Mechanisierungsquotient sinkt, der Verarbeitungsquotient steigt; beides hat ein Sinken des Interesses an billiger Kraft zur Folge.

Dann: Es werden bessere Arbeitsmaschinen eingeführt, ohne Vergrößerung der Arbeiterzahl und der Kraftanlage. Folge: Der Mechanisierungsquotient bleibt gleich, der Verarbeitungsquotient steigt, also sinkt das Interesse an billiger Kraft.

[1]) D. h. in anderen Worten: Die Industrie wird eben infolge des Bestrebens der Wirtschaft, das f zu steigern, immer mehr rohmaterial interessiert, was in unserem Diagramm sehr gut zum Ausdruck kommt; sie wird immer mehr in das Gebiet III hineinwandern. Alfred Weber kommt zu einem ähnlichen Schlusse, er sagt auf S. 117 seines Buches (a. a. O.) ungefähr folgendes: »Die technische Entwicklung verändert den generellen Charakter der Industrien, indem sie den Arbeitsverbrauch und den Materialverbrauch (beides auf die Tonne Produkt bezogen) in verschiedener Richtung, aber im selben Maße verändert. Sie steigert den Materialbedarf durch den Kohlenverbrauch. (Weber zieht auch die zu Kraftzwecken gebrauchten Kohlen in den Begriff: Material.) Ihr Inhalt ist jedoch gleichzeitig, manuale Arbeit in der Produktion überflüssig zu machen, den Arbeitsverbrauch also herabzusetzen. Das muß die Tendenz bedeuten, fortgesetzt arbeitsorientierte in Transport orientierte Industrien zu verwandeln«.

(Richtiger sollte es auch hier lauten: . . . Arbeits interessierte in Transport interessierte.)

[2]) Ich verweise hier auf den interessanten Artikel des Geh. Baurates Dr. v. Rieppel in der Allgemeinen Zeitung (14. Februar 1907 Nr. 76), in welchem gezeigt wird, daß der Industrie in Bayern nicht mit billiger Kraft, sondern nur mit Verbilligung der Frachtkosten zu helfen ist.

Das dort Gesagte läßt sich, wie folgt, zusammenfassen: Für Maschinenfabriken betragen die Ersparnisse, welche durch Anwendung von Wasserkraft gegenüber Kohlenkraft gemacht werden, nur durchschnittlich jährlich 6% der Frachtkosten, wenn man für Betriebskosten der Dampfmaschine M. 100 pro PS. und Jahr und für die Gestehungskosten der Wasserkraftanlage M. 800 pro PS annimmt, was im allgemeinen als ziemlich niedrig bezeichnet werden darf.

Bei der Untersuchung einer großen Spinnerei ergab sich die Ersparnis unter gleichen Annahmen zu 22% der Frachtkosten, woraus zu ersehen ist, in welch hohem Maße eine Verbilligung der Transportkosten in Bayern erstrebenswert ist, gegenüber einem Zuzug zu den bayerischen Wasserkräften.

Endlich: Die Kraftanlage wird vergrößert und arbeitet rationeller als die alte; also die Zahl der Pferdestärken steigt, die Jahresunkosten pro Pferdekraft sinken. Hier läßt sich weder von dem Mechanisierungsquotienten noch von dem Interesse an billiger Kraft mit Bestimmtheit sagen, in welchem Sinne sich diese Größen ändern.

Zum Schlusse wollen wir einige Beispiele aus dem technischen Entwicklungsgang einiger Industrien anführen, um das oben Gesagte klarer zu machen. Zunächst ein Beispiel aus der Ziegelindustrie, einem Buche von Dr. B. Heinemann entnommen, der dieses Thema behandelt[1]). Der Verfasser bringt ein anschauliches Bild einer Ziegelei aus der Zeit um 1800, um dann diesem die Beschreibung eines modernen Betriebes gegenüberzustellen. Er schreibt:

»Einige Gruben, in denen das Rohmaterial abgegraben wird, niedere, scheunenartige Gebäulichkeiten oder nur auf Balken gestützte primitive Dächer, und ein Schachtofen, der aus vier mit einigen Schürlöchern versehenen Mauern ohne Dach besteht, das ist das Bild, das sich uns darbietet. Diesem äußeren Eindruck entspricht dann auch der Produktionsprozeß in seiner Unvollkommenheit, in seiner großen Verschwendung von Stoff, Kraft, Zeit und Raum. Der Ton wird gewöhnlich im Herbst, weil dann die Arbeitslöhne am niedrigsten sind, mit Hacken und Spaten gegraben, mit einräderigen Handkarren aus der Grube befördert und dann zum Auswintern oder Mauken (d. i. ein Verwittern) in dünnen Lagen ausgebreitet. So bleibt nun das Rohmaterial mindestens ein halbes Jahr liegen; zähe schieferige Töne muß man sogar zwei bis drei Jahre den Atmospherilien aussetzen, bis sie genügend in weiche Massen zerfallen sind. Zur Lagerung des Materials für die Fabrikation einer Million Ziegelsteine braucht man ungefähr ein halbes Hektar Grundfläche. Nachdem der Ton durch diesen langen Prozeß genügend aufgelockert ist, wird er in die Sümpfe (das sind mit Brettern oder Mauerwerk ausgekleidete Gruben) gekarrt, um dort mit Wasser gemischt zu werden. Nach 1 bis 2 Tagen wird der Ton zur Reinigung von mechanischen Beimischungen, wie z. B. Steinen, Kalkpuppen, Wurzeln u. a., sowie zur Homogenisierung durch Menschen oder Pferde getreten. Darauf wird er an die Streichtische gefahren und durch den sogenannten Handstrich oder Handschlag in rechteckigen Holzkästen geformt. Der Ton ist sehr naß, damit er in die Formen gestrichen werden kann. Die nassen und sehr weichen Steine werden auf dem geglätteten und etwas abgeschrägten Boden um den Streichtisch gelegt, der allmählich weiter gerückt wird, wenn der ihn umgebende Boden mit Steinen besetzt ist. Die geformten Steine werden unter Schutzdächern aufgestellt oder bleiben in ganz primitiven Verhältnissen sogar im Freien liegen und werden zum Trocknen nur umgekantet, wo sie, je nach Witterung, wochenlang, bei günstiger

[1]) Dr. Bruno Heinemann, Die wirtschaftliche und soziale Entwicklung der deutschen Ziegeleiindustrie unter dem Einflusse der Technik (Leipzig 1909).

Witterung 12 bis 14 Tage trocknen müssen. Nach dieser Trocknung, die unter diesen Verhältnissen nur im März bis September möglich ist, wandern sie in den Ofen. Bei einem Schachtofen, einem sogenannten gewöhnlichen deutschen Ofen, der etwa 30 000 Steine faßt, dauert das Einkarren und das Einsetzen in den Ofen etwa 3 Tage, das Brennen selbst etwa 9 Tage, das Abkühlen des Ofens 5 und das Auskarren der Steine 2 Tage, also zusammen etwa 19 Tage, bis unsere Produkte gebrannt sind und sortiert werden können.

Ein anderes Bild! Wir besuchen ein größeres modernes Ziegelwerk. 3 mächtige Schornsteine und mehrere 3 Stockwerk hohe Gebäude sehen wir schon aus der Ferne im Felde liegen. In einer weiten Grube arbeitet ein Dampfbagger und füllt einen vierräderigen Kippkarren nach dem andern, welcher dann mittels eines Förderwerkes auf einer schiefen Ebene aus der Grube bis in das oberste 3. Stockwerk des Maschinenhauses läuft. Hier wird sein Inhalt in einem Kollergang gekippt, der den Ton zermalmt und durchknetet. Ein Arbeiter bespritzt ihn indessen mit Wasser, bis er den nötigen Grad von Geschmeidigkeit und Bildsamkeit besitzt. Der Ton gelangt vermöge seines eigenen Gewichtes aus diesem Stockwerk durch mehrere Walzen hindurch, ohne daß ein Arbeiter ihn berührt, in eine Schneckenpresse im untersten Stockwerk, die ihn in einem breiten Band auspreßt. Dieses steifplastische Tonband wird von einem Arbeiter mit einer Hebelvorrichtung in die nassen Steine zerschnitten. Darauf werden die Steine getrocknet; dieses Produktionsstadium ist noch immer, trotz mancher Erfindungen von Trockenanlagen, das unvollkommenste in der modernen Ziegelei.

Während die vorhergehenden Produktionsstadien, die in der alten Ziegelhütte mindestens etwas über ein halbes Jahr in Anspruch nahmen, in unserem Ziegelwerke in wenigen Stunden zusammengefaßt sind, muß auf das Trocknen auch heute noch viel Zeit und Raum verwendet werden. Auf den Ringöfen sind mehrere Stockwerk hohe Trockenböden aufgebaut, in denen die ausstrahlende Wärme des Ofens dazu benutzt wird, die feuchten Steine auf ihren Trockengerüsten in ca. einer Woche zu trocknen. Die nun brennfertige Ware gelangt mittels eines Fahrstuhles vor die Türen eines 12 bis 16 kammerigen Ringofens. Täglich wird eine Kammer, die, nehmen wir an, 20 000 Steine faßt, frisch besetzt, während die benachbarte entleert wird. Bei einem Ringofen von 12 Abteilungen wird die eine gefüllt, während 4 im Vorwärmen, dem sogenannten Schmauchen, und in der Vorglut, 2 im Vollfeuer, 4 im Abkühlen stehen und eine wird am gleichen Tage entleert, so daß die Dauer des Brennprozesses der Anzahl der Kammern (in unserem Beispiel 12 Tage) die tägliche Produktion dem Fassungsraum der einzelnen Abteilungen (in unserem Beispiel 20 000 Stück) entspricht und insgesamt fast 240 000 Steine sich gleichzeitig in unserem Ofen befinden.

Bei der Gegenüberstellung dieser beiden Typen ist uns zweierlei besonders aufgefallen, einmal die ungeheuere zeitliche Verkürzung im modernen Produktionsprozeß und zweitens eine größere Unabhängigkeit von den Zufälligkeiten der Witterung im Aufbereiten des Rohmaterials und im Brennen der gefertigten Steine.«

Allerdings fehlt uns hier die Zwischenstufe, die wir vorhin besprochen haben, doch wir können sie uns leicht ergänzen. Wir sehen, wie vor Einführung von Kraftmaschinen alle Arbeiten von menschlichen und tierischen Kräften geleistet werden müssen, während jetzt der Arbeiter fast nur mehr die Aufgabe hat, die Maschinen zu bedienen, die viel mehr Arbeit in kürzerer Zeit leisten. Daß bei Einführung von Maschinen noch nicht gleich die jetzige Vollkommenheit erreicht war, ist ja selbstverständlich; man kann als sicher annehmen, daß sie damals noch mehr Bedienung erforderten und bei ähnlichem Kraftbedarf nicht so viel leisteten wie moderne Maschinen. Wir kämen also wieder auf ein erst schnelles Ansteigen des Interesses an billiger Kraft, das dann durch die Fortschritte der Technik allmählich wieder gesenkt wird. Wie sehr die Produktivität gestiegen ist, geht aus der genannten Arbeit auch hervor, indem der Verfasser aus einer Arbeit Kollmanns anführt, daß in Oldenburg im Jahre 1850 auf einen Ziegler 50 000 der produzierten Steine kamen, während gegenwärtig 70 000 Steine, also fast 50% mehr, auf einen kämen. Dabei ist die Zahl der in der Ziegelindustrie Erwerbstätigen von 1882 bis 1895 um 60% gewachsen, die Menge der produzierten Ziegel hingegen in fast derselben Zeit (1884 bis 1896) um 233%. Jedenfalls unter dem Einflusse der modernen Technik.

Ein zweites Beispiel aus der Schuhindustrie[1]):

Zunächst eine Erklärung der Arbeitsweise: »Die erste Arbeit besteht im Zuschneiden und im Zurichten des für Schaft und Boden (Sohle und Brandsohle) benötigten Materials; hierauf werden die Teile des Schaftes zusammengenäht. Dieser wird nun über den Leisten gezogen und demselben genau angepaßt (Überholen). Dann werden die Kappen eingesetzt. Nach dem Anheften der Brandsohle auf den Leisten (Aufrichten der Brandsohle) wird der Schaft ‚aufgezwickt', d. h. er wird scharf über den Leisten gezogen, und meist mit kleinen Nägeln, sogenannten Taks, mit der Brandsohle verbunden. Diese Vorrichtung ist äußerst kompliziert und erfordert ein hohes Maß von Materialkenntnis und Übung. Nach dem ‚Einstechen', d. h. dem Befestigen eines schmalen Lederstreifens durch das Oberleder an die Brandsohle, erfolgt die Befestigung der Sohle, dann die des Absatzes. Den Schluß bildet das Ausputzen und Fertigmachen des Schuhes. Diese Tätigkeiten erleichtern oder erschweren sich je nach der Beschaffenheit des verwendeten Materials und je nach der Qualität des zu liefernden Stückes.«

Im folgenden führen wir kurz die vom Verfasser angegebenen technischen Fortschritte mit ihren Wirkungen an:

---

[1]) »Die volkswirtschaftliche Bedeutung der technischen Entwicklung der Schuhindustrie« von Dr. Friedrich Behr.

»Nachdem um 1810 die Nagelung der Sohlen als Ersatz für das viel Zeit raubende Aufnähen derselben erfunden war, erschien 1829 die erste Sohlennagelmaschine. Die Tagesleistung steigt damit auf das 5 bis 6 fache der Handarbeit, was damals von besonderer Bedeutung für Amerika war, das an chronischem Arbeitermangel litt. Von besonderer Bedeutung war ferner die Einführung der Nähmaschine (ca. 1850). Jetzt konnte die Schaftarbeit, die nur die geschultesten Gesellen, gewöhnlich aber die Meister selbst gemacht hatten, von schlechter bezahlten Kräften gemacht werden; die billigere Frauenarbeit kam jetzt zur Geltung. Nach Chevalier leistet die Maschine dasselbe wie 25 Handnäherinnen. Noch größere Bedeutung hatte die Erfindung der Sohlenmaschinen (1858). Sie begründete das Übergewicht des Maschinenbetriebes über das Handwerk. Die ersten Maschinen nähten 5 bis 6 mal soviel Sohlen durch als der Handwerker mit Anstrengung aller Kraft, der in 10 Stunden 10 Paar liefern kann. Moderne motorisch angetriebene Maschinen liefern bei 10 stündiger Arbeitszeit 300 bis 350 Paare. In die 60 er Jahre fällt die Erfindung der Nagelmaschine, mit der ein gewandter Arbeiter in 10 stündiger Arbeitszeit an 300 Paare erledigt. Weiter zu nennen sind die Stanzmaschinen, seit den 80 er Jahren auch für Motorbetrieb eingerichtet. Sie stanzen Sohle, Brandsohle, Kappen, Gelenkstücke und Absatzflecke aus dem verwendeten Stoffe aus. Sie bedeuten große Ersparnisse an Arbeit und Lohn und ermöglichen große Ausnutzung des Materials. Das Ausstanzen der Schaftteile kann noch nicht allgemein eingeführt werden wegen des Einflusses der Mode, die jährlich Neuanschaffungen der sehr teuren Oberlederstanzmesser nötig macht. Dazu kommt noch die Erfindung der Zwickmaschinen. Mit einer Überhol-, drei Zwick- und der entsprechenden Zahl Hilfsmaschinen können bis zu 1000 Paar Schuhe pro Tag bei 10 stündiger Arbeitszeit hergestellt werden. Für die Bedienung sind in diesem Falle 13 bis 16 Leute erforderlich. Bei Handarbeit wären 45 bis 50 Zwicker notwendig. ‚Mit der Erfindung der Zwickmaschinen ist das für die fabriksmäßige Herstellung notwendige letzte Glied an der Kette des mechanischen Produktionsprozesses geschlossen.‘ Die Verwendung von Kraftanlagen machte nur langsame Fortschritte. Die Gewerbezählung ergab 1875 in Deutschland nur 5 Betriebe mit zusammen 35 durch Dampf erzeugte PS. 1895 gab es 365 Betriebe mit 3252 PS, die von den verschiedenartigsten Antriebsmaschinen geleistet werden.«

Zum Schlusse noch ein drittes Beispiel aus der Uhrenindustrie[1]):

»Anfänglich dauerte die Anfertigung einer Uhr 6 Tage. Um die Mitte des 18. Jahrhunderts stellte ein Meister mit einem Lehrjungen jährlich 150 Uhren her. Ca. 70 Jahre später stellte ein Meister mit zwei Gesellen jährlich 702 Uhren im Durchschnitt fertig. Dagegen ist die Produktion der Junghansschen Uhrenfabrik in Schramberg über 2 Mill. Uhren jährlich. — Die Beckerschen Uhrenfabriken in Freiburg stellen

[1]) »Die deutsche Uhrenindustrie. Eine Darstellung der technischen Entwicklung und ihre volkswirtschaftliche Bedeutung« von Dr. Paul Dienstag.

täglich ca. 700 bis 800 Wanduhren her. Die Tagesproduktion der Hamburg-Amerikanischen Uhrenfabrik beträgt über 4000 Stück. Diese Leistungsfähigkeit wurde erreicht durch immer detailliertere Ausgestaltung des Produktionsprozesses und die dadurch bewirkte immer größere Ausdehnung des maschinellen Verfahrens. Die Wirkungen dieses Verfahrens mögen einige Beispiele zeigen:

Eine Exzenterpresse mit Motorbetrieb, welche zum Ausstanzen von Rädern und sonstigen Bestandteilen dient, leistet pro Minute 60 Stöße und liefert ebensoviele Teile. Früher mußten die Räder von der Hand aus Messingblech ausgesägt und nachgearbeitet werden, eine sehr zeitraubende Arbeit, die die Arbeitskraft eines geschickten Arbeiters mindestens 3 bis 4 Stunden in Anspruch nahm.

Man sieht aus allen diesen Beispielen sehr gut den Einfluß der Technik, der in allen Fällen eine Erhöhung der Produktivität und gleichzeitig eine Senkung der Arbeitskosten, also eine Steigerung des Verarbeitungsquotienten zur Folge hat.

§ 12. Vergleich des Interesses an billiger Kraft einzelner industrieller Unternehmungen.

Nachdem wir in den vorhergehenden Paragraphen die Bedeutung der billigen Kraft für die Industrie in abstracto dargelegt haben, handelt es sich jetzt noch darum, zu untersuchen, inwieweit sich die obigen Überlegungen gebrauchen lassen, um durch sie zu ermitteln, wie sich die einzelnen Industrien zur Frage nach billiger Kraft stellen, inwieweit sie in ihrer Lebensmöglichkeit direkt von ihr abhängig sind.

Zunächst ist klar, daß jedem einzelnen Unternehmen, vorausgesetzt, daß man die nötigen Angaben über dasselbe hat, ein Punkt in unseren Diagrammen eindeutig entspricht, und daß dann je nach seiner Lage in den einzelnen Kurvenbildern ohne weiteres die oben abgeleiteten Schlüsse auf dasselbe Anwendung finden können. Wir sind also zunächst in der Lage, industrielle Unternehmungen irgendwelcher Art nach ihrem Kraftinteresse zu untersuchen, wobei es ganz gleichgültig ist, ob sie Wasser- oder Kohlenkraft oder dgl. benutzen, wobei es auch nicht auf ihre Art, auf ihre Lage, nicht auf größeres oder geringeres Alter ankommt. Es genügt uns, zu wissen, wie groß ihre jährlichen Kraftkosten, ihre Lohnkosten und der jährliche Preis ihrer Roh- und Hilfsmaterialien sind, um einen Vergleich ohne weiteres zu ermöglichen.

Vergleichen wir zuerst einzelne Unternehmungen einer Industrie, so sehen wir gerade aus dem im letzten Abschnitt besprochenen Beispiel, daß wir durch Vergleich verschieden alter Unternehmungen imstande sind, bei jeder einzelnen Industrie das anfängliche Steigen und

dann das allmähliche Sinken des Interesses an billiger Kraft zu verfolgen. Dabei ist man theoretisch natürlich nicht darauf angewiesen, mit verschiedenen Unternehmungen zu operieren, die seit verschieden langer Zeit bestehen, sondern man könnte, sofern die erforderlichen Daten zur Verfügung stünden, diese Veränderung des Interesses an billiger Kraft viel einwandfreier feststellen, wenn man die Werte dieses Interesses, wie sie sich in verschiedenen aufeinanderfolgenden Betriebsperioden ergeben haben, miteinander vergleichen würde, bzw. eine Kurve zeichnen würde, die darstellt, wie das Interesse an billiger Kraft sich im Lauf der Jahre geändert hat.

Interessant wäre es auch, diese Kurven zu vergleichen bei Unternehmungen, bei denen das Eingreifen der Technik im Sinne der Mechanisierung nicht zur selben Zeit erfolgt ist. Wenn dieses Eingreifen zu einer Zeit stattgefunden hat, zu der die Technik schon weit entwickelt war, wird das Interesse an billiger Kraft naturgemäß nur mehr geringe Veränderungen aufweisen. Stellen wir den Vergleich der einzelnen Unternehmen einer Industrie an unter dem Gesichtspunkte, daß wir speziell solche verschiedener Größe vergleichen wollen, so finden wir, daß dies wenigstens zum Teil schon in unserer historischen Betrachtung steckt, denn hatten wir früher viele kleine und mittlere Betriebe und nur wenig Großbetriebe, so sehen wir, daß immer mehr die Großbetriebe in den Vordergrund getreten sind, und wenn diese auch heute noch zusehends die kleineren Betriebe verdrängen, so liegt dies eben a u c h an der Möglichkeit, die Kraft billiger zu beschaffen und auszunutzen. Eine große Fabrik kann die Mechanisierung viel weiter treiben, und es können viele Teile des Arbeitsprozesses von Maschinen geleistet werden, die in kleinen Betrieben von Menschenhand ausgeführt werden müssen, weil eine Maschine nicht voll ausgenützt werden könnte, abgesehen davon, daß ein großes Unternehmen viel leichter imstande ist, sich technische Neuerungen sofort anzueignen, was kleineren, wenig kapitalkräftigen erst später, unter Umständen gar nicht möglich ist.

Jedenfalls können wir sagen, daß Großbetriebe viel eher in der Lage sind, die Tendenz der Technik zu verwirklichen, d. i. den Verarbeitungsquotienten immer mehr zu erhöhen und das Interesse an billiger Kraft dabei niederzuhalten.

Als letzter Gesichtspunkt bliebe uns noch die Lage der einzelnen industriellen Unternehmungen übrig. Dabei werden wir bei einem Unternehmen, das speziell kraftorientiert ist (im Geiste Alfred Webers), ein relativ kleines Interesse an billiger Kraft finden, einmal weil die Mechanisierung keinen großen Wert annimmt, denn die Kraftbeschaffung

wird verhältnismäßig billig möglich sein, während die Löhne kaum den Durchschnittswert unterschreiten, anderseits wird der Verarbeitungsquotient ein großer sein, denn eben bei der Wahl des Standortes des Betriebes war ja billige Kraftbeschaffung ausschlaggebend, es konnte also auf besonders günstige Lage bezüglich der Materialquellen und der Transportkosten erst in zweiter Linie Rücksicht genommen werden. Also Mechanisierungsquotient klein, Verarbeitungsquotient groß, beides Umstände, die auf ein kleines Interesse an billiger Kraft hinwirken.

Ist dagegen der Unternehmer bei der Wahl des Standortes darauf ausgegangen, die Lohnkosten möglichst nieder zu halten, so wird die Mechanisierung größer sein, denn jetzt werden die Kraftkosten höher sein als im vorigen Fall. Während wir annehmen können, daß die Rohmaterialkosten dieselben sind wie bei der obigen Voraussetzung, können wir nicht von vornherein entscheiden, in welchem Falle der Verarbeitungsquotient größer ist; das hängt davon ab, wie weit man in dem Industriezweig, dem die betrachteten Unternehmungen angehören, mit dem Ersatz von menschlicher Arbeitsleistung durch Maschinenleistung gekommen ist. Mit ziemlicher Sicherheit ist zu vermuten, daß das Interesse an billiger Kraft im Falle der Arbeitsorientierung größer ist.

Betrachten wir endlich ein transportorientiertes Unternehmen und untersuchen sein Interesse an billiger Kraft, so finden wir voraussichtlich einen hohen Wert, denn bei Kraft- und Lohnkosten, die kaum unter den Durchschnittswerten ermittelt werden, sind die Rohmaterialkosten relativ gering, also ist der Verarbeitungsquotient ein relativ kleiner. Der Mechanisierungsquotient kann allerdings nicht charakterisiert werden, er wird sich vom Mittelwert für die ganze Industrie kaum stark unterscheiden, und unsere Annahme eines großen Interesses an billiger Kraft erscheint somit gerechtfertigt.

§ 13. Vergleich ganzer Industriezweige nach ihrem Interesse an billiger Kraft.

Wir haben im vorhergehenden Paragraphen gesehen, wie sich einzelne konkrete Unternehmungen einwandfrei vergleichen ließen. Um jedoch einen allgemeinen Überblick über die Bedeutung der Kraftfrage für die Industrie überhaupt zu ermöglichen, müssen wir Mittel und Wege finden, das Interesse an billiger Kraft für ganze Industriezweige festzulegen.

Man könnte dies dadurch erreichen, daß man Durchschnittswerte der maßgebenden Größen berechnet. Man hätte also aus statistischen

Angaben für einen Industriezweig die Gesamtzahl der verwendeten effektiven Pferdestärken, der Arbeiter und die Menge der verarbeiteten Roh- und Hilfsmaterialien zu ermitteln. Jede dieser Größen wäre durch die Zahl der überhaupt in dem Industriezweig vorhandenen Betriebe zu dividieren, um so die nötigen Angaben für den Durchschnittsbetrieb zu erhalten. Setzen wir dann noch mittlere Werte für die Kraft-, Lohn- und Rohmaterialkosten ein, dann sind wir ohne weiteres imstande, das durchschnittliche Interesse an billiger Kraft für den ganzen Industriezweig zu bestimmen.

Die für die verschiedenen Industrien gefundenen Werte könnte man in unsere Diagramme eindeutig eintragen. Jeder Industrie würde dann ein Punkt in jedem Diagramm entsprechen. So wäre ein Vergleich möglich und die einzelnen Industrien ließen sich nach den früher angeführten Regeln diskutieren.

Die angegebene Methode wäre zu einem rohen Vergleich wohl geeignet, ermöglicht aber den Einblick in die gegebenen Verhältnisse nicht in dem Grad, den wir wünschten, zumal der Einfluß der vorhandenen Betriebsgrößen nicht klar genug hervortritt. Der zu dem Ende einzuschlagende Weg ist vielmehr folgender:

Wir denken uns sämtliche Industrien und deren Unterabteilungen in einen fiktiven Industrieplatz versetzt, dem wir nachstehende Eigenschaften beilegen:

Es seien dort für alle Industrien die Bedingungen für Material-, Arbeits- und Kraftbeschaffung die gleichen. Es müssen also gleichsam die gesamten Industriezweige auf denselben Nenner gebracht werden, wozu verschiedene Annahmen notwendig sind.

a) Kraftkosten: Die Kraftkosten setzen sich, wie schon in § 3 angedeutet, zusammen aus:

1. Kosten für Brennmaterialien,
2. Arbeitslöhne für Maschinisten,
3. Betriebsunkosten (Schmierung, Reparaturen usw.),
4. Kosten für Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals der Kraftanlage.

1. Ist variabel und zwar abhängig von der jeweiligen Konjunktur und den Transportkosten,
2. ist variabel wegen der Verschiedenheit der Arbeitslöhne,
3. ist variabel je nach der Art der Kraftanlage (Wärmekraft oder Wasserkraft usw.),

4. ist variabel je nach den Kosten der Kraftanlage (man denke z. B. an Wasserkräfte, deren Gestehungskosten von 100 bis 1000 Mark pro Pferdestärke und mehr variieren können) und je nach der Geschäftsführung des Unternehmers.

Um alle diese technischen und wirtschaftlichen Ungleichheiten prinzipiell auszuschalten und um alle Industrien auf derselben Basis vergleichen zu können, erscheint es am zweckmäßigsten, alle möglichen Betriebskräfte auf Dampfkraft zu reduzieren. Die Wahl dieser Betriebskraft erscheint deshalb gerechtfertigt, weil sie tatsächlich die zurzeit am meisten angewendete ist und ihre Verwendung als örtlich unbeschränkt gelten kann. Wir müssen also einen Weg finden, der uns ermöglicht, n u r aus der angegebenen Zahl der in irgendeinem Betriebe gebrauchten effektiven Pferdestärken die jährlichen Kraftkosten zu ermitteln. Wir müssen zu diesem Zwecke für den oben erwähnten fiktiven Industrieplatz (Idealpunkt) annehmen:

1. Einen festen Kohlenpreis, entsprechend dem durchschnittlichen Kohlenpreis loco Lager, für Kohle eines bestimmten Güteverhältnisses,
2. eine Durchschnittslohnhöhe,
3. muß angenommen werden, daß sämtliche industriellen Unternehmungen, welche sich in diesem Idealpunkt befinden sollen, gleichartige moderne Dampfanlagen haben. Aus den gemachten Betriebserfahrungen kann dann mit genügender Sicherheit auf die Zahl des jeder Größe der Anlage entsprechenden Betriebspersonals und die Höhe der jährlich zu erwartenden Betriebsunkosten geschlossen werden. Die jeweiligen Gestehungskosten der Anlage können — beispielsweise aus den Preisen erstklassiger Maschinenfabriken — ermittelt werden. Nimmt man nun
4. für unseren Idealpunkt eine einheitliche Verzinsungs- und Amortisationsquote an, so ist es tatsächlich möglich, aus der gegebenen Zahl der in einem Betriebe verwendeten effektiven Pferdestärken auf die Größe der jährlichen Kraftkosten zu schließen[1]).

---

[1]) Eine hier ganz gut zu benutzende Schrift wäre die von Christian Eberle: Kosten der Krafterzeugung Halle a. d. S. Derselbe ermittelt für Kolbendampfmaschinen die Anlagekosten und berechnet unter Annahme einer Amortisationsquote von 7—10% und unter Berücksichtigung der Betriebsunkosten und Maschinistenlöhne die jährlichen Kraftkosten für verschiedene Kohlenpreise. Vgl. auch Otto Marr: Die neueren Kraftmaschinen München 1904.

b) Lohnkosten: Die durchschnittlichen Jahresunkosten für einen Arbeiter (a) wären aus statistischen Ermittelungen zu finden; hier ist aber gleich zu bemerken, daß derartige Statistiken bis jetzt in ausreichender und genügend einwandfreier Weise noch nicht aufgestellt sind, was uns wieder zwingt, uns darauf zu beschränken, den zweckmäßig erscheinenden Weg anzugeben.

c) Materialkosten: Der Einheitspreis pro Gewichtseinheit der Roh- und Hilfsmaterialien (r) wird als Durchschnittswert den Preisstatistiken entnommen, soweit solche für die einzelnen Stoffe vorhanden sind. Man könnte auch den Durchschnittspreis der Materialien an einem Weltstapelplatz (z. B. Bremen für Baumwolle) gelten lassen.

Es bleibt uns jetzt noch die Ermittelung von K, A und R. Hier greifen wir zurück auf unsere vereinfachende Annahme in § 3, die dahin ging, daß zu jeder Betriebsgröße einer Industrie — sie wird gekennzeichnet durch die Anzahl der verwendeten effektiven Pferdestärken — eine bestimmte Arbeiterzahl und eine bestimmte Menge von verarbeiteten Roh- und Hilfsmaterialien gehören. Wir setzten schon oben voraus, daß wir dabei Unternehmungen im Auge haben, die dem derzeitigen Stand der Technik entsprechen. Wir nehmen also eine Reihe von Größenklassen an und bestimmen für jede die zugehörige Arbeiterzahl und die Menge der verarbeiteten Materialien, und zwar getrennt für alle Industrien, die wir untersuchen wollen.

Berechnen wir uns nun mit Hilfe der sinngemäß eingesetzten Werte von a, k und r die Jahreskosten für Kraft, Arbeit und Rohmaterialien, so können wir für jede Betriebsgröße jeder Industrie das Interesse an billiger Kraft, reduziert auf den Idealpunkt, feststellen und erhalten nach Bestimmung des Verarbeitungsquotienten bzw. des Mechanisierungsquotienten eine Kurve in einem unserer Diagramme, welche für jede Größenklasse der Betriebe das zugehörige Interesse an billiger Kraft angibt. Wir nennen diese Kurve die Idealinteressare. Jedem Industriezweig wird eine solche zugeordnet sein.

Denken wir uns nun eine solche Kurve gezeichnet, so werden wir fast sicher finden, daß sie nicht mit den Resultaten übereinstimmt, welche sich durch Rechnung nach wirklich vorhandenen Betrieben ergeben. Die Idealinteressare stellt uns die Bedeutung dar, die die Kraftfrage für eine Industrie hat, die reelle Interessare zeigt uns, wie weit man praktisch derselben gerecht wurde.

Mit diesen Betrachtungen erscheint unsere Arbeit vorläufig abgeschlossen, denn die tatsächlich berechneten Idealinteressaren wären notwendig, um weitere Überlegungen auf dieselben aufzubauen.

§. 14. Anhang.

Zur besseren Beleuchtung dieser Ausführungen sollen jetzt noch einige Beispiele und statistische Zahlen gebracht werden, die wenigstens annähernde Anhaltspunkte geben sollen.

Wenn es nämlich auch, wie schon des öfteren erwähnt, nicht möglich ist, aus der Statistik auch nur halbwegs exakte Zahlenwerte zu erhalten, so kann man doch dadurch zu einem allerdings ganz überschlägigen Resultate gelangen, wenn man folgenden Weg einschlägt:

Man ermittelt aus der Statistik die auf einen Großbetrieb durchschnittlich entfallenden Pferdestärken und ermittelt dazu nach einem einheitlichen Verfahren die durchschnittlichen Kosten für die Jahrespferdekraft. Wir erhalten dadurch für jede Industrie, welche man sich als im Idealpunkte befindlich vorstellt, ein bestimmtes k. Ferner nimmt man für die ganze Industrie einen Durchschnittsjahreslohn pro Kopf der Arbeiter an, also ein ideales a. Ermittelt man nun weiter aus der Statistik die in jeder Industrie auf den Kopf der Arbeiter entfallenden Pferdestärken, so kann man leicht für jede Industrie den Mechanisierungsquotienten (m) rechnen. Wir können also wenigstens angeben, auf welcher m-Hyperbel sich voraussichtlich das Kraftinteresse einer Industrie bewegen wird, ohne allerdings über den tatsächlichen Stand des Interesses etwas angeben zu können. Dazu brauchten wir auch den Verarbeitungsquotienten, der aber nicht zu ermitteln ist, da über die Menge und den Preis der verarbeiteten Roh- und Hilfsmaterialien keinerlei statistisches Material zu Gebote steht. — Nebenbei sei bemerkt, daß, um einwandfreie Werte zu erhalten, genaue Detailuntersuchungen über jede Industrie notwendig wären, Detailuntersuchungen, die sich für die Gesamtbeurteilung der Industrie wohl lohnen würden, um so mehr, da ihr Resultat durch eine Idealinteressare festgenagelt werden könnte, somit auch ohne weiteren zeitraubenden Kommentar verständlich erscheint. — Man kann aber unter der Annahme, daß der Verarbeitungsquotient Null sei, das denkbar größte Interesse an billiger Kraft für jede Industrie bestimmen und aus der Diskussion der m-Kurve nach ihrer Lage zu den bewußten Interessengebieten trotzdem allgemeine Schlüsse ziehen. Natürlich sind die gefundenen Werte viel zu hoch und hier nur als Vergleichswerte aufzufassen.

Unter Annahme eines Jahresdurchschnittslohnes von 1200 Mark pro Arbeiter ergibt sich nun folgende Tabelle, wobei nur diejenigen Gewerbeklassen berücksichtigt wurden, bei welchen auf einen Arbeiter mehr als eine Pferdekraft entfallen. Das Material wurde der Gewerbe-

zählung 1907 entnommen und die Rechnung für Großbetriebe durchgeführt[1]).

Man kann nun aus dieser Tabelle ersehen, daß sich das Kraftinteresse aller dieser Gewerbeklassen auf *m*-Kurven bewegt, die sämtliche u n t e r der Hyperbel für $m = 1$ und der kritischen Kurve liegen.

Diskutieren wir die Lage dieser Kurven nach den oben angegebenen Gesichtspunkten, so können wir sagen, daß keine einzige von den in der Statistik angeführten Industrien kraftinteressiert ist, vielmehr alle arbeits- oder rohmaterialinteressiert, und zwar wohl die meisten rohmaterialinteressiert, da doch größtenteils die jährlichen Kosten des Rohmaterials mehr ausmachen werden als die Summe der Arbeitskosten, die zu dessen Verarbeitung notwendig sind, also f größer als 1 ist, was, wie das Diagramm zeigt, notwendig ein überwiegendes Rohmaterialinteresse zur Folge hat.

Aus der Lage zur kritischen Kurve kann man weiter sagen, daß diejenigen Industrien, denen es auf weitere Verminderung des Interesses an billiger Kraft ankommt, dies theoretisch eher dadurch erreichen können, daß sie ihre Kraftbeschaffung rationeller gestalten, als durch Vergrößerung des Verarbeitungsquotienten, d. h. durch Einführung besserer Arbeitsmaschinen.

Es werden also die meisten Industrien hauptsächlich darauf ausgehen müssen, sich gemäß Arbeit und Transport zu orientieren. Daraus kann man mit Recht schließen, daß die vielfach herrschende Ansicht über die großen Vorteile, die die Industrie von den billigen Wasserkräften haben könnte, in solcher Allgemeinheit nicht richtig ist. Es sei denn, daß der Ort der billigen Wasserkraft auch gute Transport- und Arbeitsverhältnisse aufweist.

Wie sich nun die Verhältnisse unter Berücksichtigung des Verarbeitungsquotienten wahrscheinlich stellen, möge folgendes Beispiel angeben.

---

[1]) Die Reichsstatistik führt die Zahl der verwendeten Pferdekräfte und Kilowatt getrennt an. Eine Zusammenziehung dieser beiden Ziffern durch Umrechnung der KW in PS wäre streng genommen nicht statthaft, weil elektrische Kraft, die durch Umwandlung anderer motorischer Kräfte gewonnen wurde, nicht nur in der Form von KW, sondern auch von PS berücksichtigt wurde. Demnach werden die in der Tabelle angegebenen Ziffern für die Zahl der verwendeten PS durchschnittlich zu hoch erscheinen. Anderseits wird in der Statistik nicht die Zahl der angestellten Arbeiter angegeben, wie wir es wünschten, sondern nur die Zahl aller, im Betriebe tätigen Personen, einschließlich der Betriebsleiter und deren mithelfenden Familienangehörigen. Es erhellt daher klar, daß die aus der Tabelle ermittelten Werte nicht exakt richtig, sondern nur als Anhaltswerte aufzufassen sind.

Gewerbeklassen	Zahl der Betriebe mit über 50 Personen	Zahl der Angestellten (A)	Kilowatt (KW)	KW umgerechnet in PS. 1 PS = 0,736 KW	Pferdekräfte (K)	Summe der PS	Auf einen Angestellten treffen PS : $\left(\frac{k}{a}\right)$	Auf einen Betrieb treffen PS	Angen. Betriebsdauer	Kosten pro PS jährl. nach »Eberle« (a. a. O.) für Kohlenpreis 16 M/t	$\frac{k}{a}$	$\left(\frac{K}{A}\right)^{m}$. $\frac{k}{a}$
Hütten-, Frisch- und Streckwerke	281	254 915	190 234,8	140 000	1 001 462	1 141 462	4,48	4060	Dauerbetrieb	120 M.	0,1	0,448
Salzgewinnung	95	27 910	20 174,7	14 800	100 094	114 894	4,13	1210	»	150	0,125	0,517
Gewinnung von Stein und Braunkohle .	546	492 797	182 686	134 400	1 088 655	1 223 055	2,50	2250	»	140	0,1165	0,291
Kalk — Zement — Gips	383	64 178	33 901,5	25 000	115 062	140 062	2,19	366	10 Std.-Betrieb	87	0,0725	0,159
Spinnerei	652	195 493	23 737,2	17 440	366 543	383 983	1,97	590	»	78	0,065	0,128
Papier und Pappe . .	577	97 681	34 784,1	25 600	297 992	323 592	3,31	560	»	78	0,065	0,215
Getränke	592	67 604	25 895,8	19 100	144 312	163 412	2,42	276	Dauerbetrieb	200	0,167	0,404
Chem. Großindustrie .	158	33 955	15 142,5	11 150	58 842	69 992	2,06	443	10 Std.	82	0,0682	0,14

Die Karbidindustrie.

Wir wollen zunächst ihr Kraftinteresse mit dem der übrigen Industrien vergleichen, um dann zu zeigen, wie sich die Verhältnisse wohl praktisch gestalten werden.

Das Energieminimum, bei dem ein rentabler Betrieb überhaupt möglich ist, wird praktisch mit 1500 PS angenommen. Denken wir uns einen solchen Betrieb in den Idealpunkt versetzt.

Man kann annehmen, daß bei 12 stündiger Arbeitszeit auf eine Jahresproduktion von 50 t Karbid ein Arbeiter entfällt[1]). Ferner, daß eine Jahrespferdekraft 1500 kg Karbid liefert und daß zu einer Tonne Karbid 1000 kg Kalk und 900 kg Kohle benötigt werden. Für unseren Normalbetrieb von 1500 PS wären demnach nötig: 45 Arbeiter, 2250 t Kalk und 2024 t Kohle. Es seien nun in unserem Idealpunkt:

1. Die Kosten pro Pferdekraft und Jahr 140 Mark (für einen Kohlenpreis von 16 Mark pro t),
2. Die Jahreskosten pro Arbeiter wie früher 800 Mark,
3. Die Kosten der Kohle 16 Mark pro t,
4. Die Kosten des Kalkes 20 Mark pro t.

Daraus berechnet sich das Interesse an billiger Kraft zu 65%. Die dazu gehörige Mechanisierung zu 5,8, der Verarbeitungsquotient zu 0,31 (Punkt C_1).

Man ersieht daraus augenfällig, wie sehr es dieser Industrie auf Senkung ihres Kraftinteresses ankommen wird. Sie tut dies durch Aufsuchen billiger Wasserkräfte.

Um dies darzulegen, nehmen wir einen bestehenden Betrieb an, und zwar den schon betrachteten Normalbetrieb. Im Industrieplatze koste jetzt

die Jahrespferdekraft 20 Mark,
der Kalk 20 Mark pro t,
die Kohle 16 Mark pro t,
die Arbeit wie früher 800 Mark.

Unter diesen Voraussetzungen berechnet sich das Kraftinteresse zu ca. 21%, sein Verarbeitungsquotient zu 1,16 (im Diagramm Punkt C_2).

Man sieht also sehr klar, wie der Betrieb durch Anwendung billiger Kraft jetzt tatsächlich rohmaterialinteressiert ist.

[1]) Alle hier gemachten Angaben aus Walter le Coutre, Berlin 1909 a. a. O.

Man kann also sagen, die Karbidindustrie ist kraftinteressiert. Ihre bestehenden Betriebe werden also kraftorientiert sein. Die Folge dieser Kraftorientierung war im obigen Fall, daß der Betrieb jetzt rohmaterialinteressiert ist.

Ich mache nochmals aufmerksam, daß dieses Beispiel keine Ansprüche auf Exaktheit stellen kann und soll. Es soll einzig und allein die Ausführungen erläutern und Anregungen zu empirischen Untersuchungen bestehender Betriebe geben.

Literatur-Verzeichnis.

Albrecht, Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Kleinkraftmaschinen. J. f. G. V. 1889.

Babbage, On the economy of machinery and manufacture 1833.

Bernstein E., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Großindustrie in Deutschland, neue Zeit 12. Jahrg. Bd. II.

Barth, Die zweckmäßige Betriebskraft I. und II. Teil, Leipzig 1904/05.

Behr F., Die volkswirtschaftliche Bedeutung der technischen Entwicklung der Schuhindustrie.

Beck Dr. H., Lohn- und Arbeitsverhältnisse in der deutschen Maschinenindustrie am Ausgang des 19. Jahrh.

Le Coutre W., Calciumkarbid, seine volkswirtschaftliche Bedeutung für Deutschland, Berlin 1909.

Dienstag, Die deutsche Uhrenindustrie.

Dilthey, Die Geschichte der niederrheinischen Baumwollindustrie. Jena 1908.

Engel, Das Zeitalter des Dampfes. 2. Auflage 1881.

Engel, Die motorischen Kräfte und die Umtriebsmaschinen der preußischen Industrie. Zeitschr. des preuß. stat. B. 1877.

Eberle, Kosten der Krafterzeugung. Halle 1898.

Ertel, Die technische Entwicklung der Zelluloidindustrie.

v. Gottl-Ottlilienfeld: Der wirtschaftliche Charakter der techn. Arbeit, Berlin 1910.

Grothe, Bilder und Studien zur Geschichte der Industrie und des Maschinenwesens 1870.

Großmann, Die technische Entwicklung der Glasindustrie.

Grashmann, Die Entwicklung der Augsburger Industrie im 19. Jahrh. Augsburg 1894.

Huber, Deutschland als Industriestaat 1901.

Haushofer, Der Industriebetrieb München 1904.

Handwörterbuch der Staatswissenschaften.

Hermann E., Technische und wirtschaftliche Fragen und Probleme der modernen Volkswirtschaft. Leipzig 1891 und 1893.

Heinemann, Die wirtschaftliche und soziale Entwicklung der deutschen Ziegelindustrie unter dem Einflusse der Technik. Leipzig 1909.

Junge, Die rationelle Auswertung der Kohlen als Grundlage für die Entwicklung nationaler Industrie. Berlin 1909.
Josse, Über die gegenwärtige Entwicklung der Wärmemotoren und Kraftwerke. Berlin 1904.
Josse, Neuere Kraftanlagen. Berlin 1909.
Körting, Nutzen der Verbrennungskraftmaschinen.
Kraft, M., Das System der technischen Arbeit. Leipzig 1902.
Kammerer, Die Ursachen des technischen Fortschrittes. Leipzig 1910.
Kampfmeyer, Die Entwicklung eines modernen Industrieortes in: Heidelberger volksw. Abhandlungen I. B. 4. H.
Lux, Die Grenzen der wirtschaftlichen Rentabilität elektrischer Kraftübertragungsanlagen. Sozialpolitisches Zentralblatt 3. Jahrg.
Leitner, Unkostenberechnung. Frankfurt 1905.
Lewicki, Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit moderner Dampf-Kraftanlagen im Vergleich mit Sauggenerator-Gaskraft-Anlagen. Berlin 1904.
Lutter, Die technische und volksw. Entwicklung des deutschen Mühlengewerbes im 19. Jahrhundert. Leipzig 1909.
Marr, Kosten der Betriebskräfte. Berlin 1901.
Marr, Die neueren Kraftmaschinen, ihre Kosten und Verwendung, München 1904.
Matschoß, Die Entwicklung der Dampfmaschine. Berlin 1908.
May Paul, Die bayrische Zementindustrie. Leipzig 1909.
Marquard, Der wirtschaftliche Wert von Wasserstraßen in Württemberg. Stuttgart 1909.
Mannstaedt, Die kapitalistische Anwendung der Maschinerie. Jena 1905.
Müller, Die chemische Industrie, Leipzig 1909.
Nochimson M., Die elektrotechnische Umwälzung. Oerlikon 1910.
v. Öchelhäuser, Technische Arbeit einst und jetzt.
Riedler, Schnellbetrieb. Berlin 1900.
Reuleaux, Einfluß der Maschine auf den Gewerbebetrieb in Nord und Süd 1879.
Reuleaux, Die Maschine in der Arbeiterfrage.
Roscher, Über die volksw. Bedeutung der Maschinenindustrie.
Rathenau Kurt, Der Einfluß des Kapitals und Produktionsvermehrung auf die Produktionskosten in der deutschen Maschinenindustrie. Halle 1906.
Reyer E., Kraft. Leipzig 1908.
v. Rieppel, Das Bayer. Wassergesetz und die Industrie in: Allgemeine Zeitung vom 14. Februar 1907, Nr. 76.
Scherzer, Weltindustrien 1880.
Shadwell Art. und Victor Leo, Deutschland, England und Amerika, eine vergleichende Studie ihrer industriellen Leistungsfähigkeit in: Moderne Wirtschaftsprobleme. Bd. 2. Berlin 1907.
Sinzheimer, Über die Grenzen der Weiterbildung des fabrikmäßigen Großbetriebes in Deutschland. München V. Stud. 1893. 3. Heft.
Schmoller, Grundriß der allgemeinen Volkswirtschaftslehre, Leipzig 1908.
Schmoller, Über die Entwicklung des Großbetriebes und der sozialen Massenbildung in Preuß. Jahrbuch. Bd. LXIX.
Schmoller, Über das Maschinenzeitalter in seinem Zusammenhange mit dem Volkswohlstand und der sozialen Verfassung der Volkswirtschaft. Berlin 1903.

Sombart, Der moderne Kapitalismus. Leipzig 1902.
Schiff, Wertminderung an Betriebsanlagen. Berlin 1909.
Schmidt, B., Ökonomik der Wärmeenergien. Berlin 1911.
Sitzungsbericht der 21. Hauptversammlung des Vereins für Hebung der Fluß- und Kanalschiffahrt in Bayern.
Technik und Wirtschaft. Beilage zur Z. d. V. d. I.
Urbahn Karl, Ermittlung der billigsten Betriebskräfte für Fabriken. Berlin 1907.
Weber Alfred, Über den Standort der Industrien. Tübingen 1909.
Zoepfl, Die Nationalökonomie der Technischen Betriebskraft. I. Jena 1903.

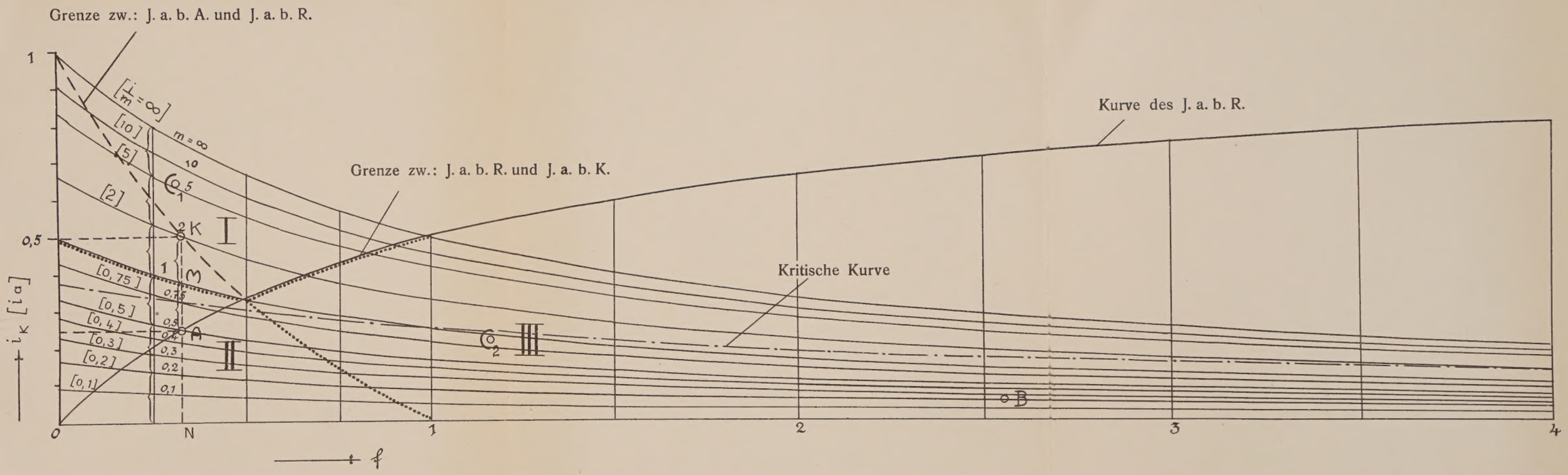

DIAGRAMM DER KURVEN KONSTANTER MECHANISIERUNG.

I. Gebiet des reinen Kraftinteresses.
II. Gebiet des reinen Arbeitsinteresses.
III. Gebiet des reinen Rohmaterialinteresses.